



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

ISSN: 1646-9895

J u n h o 2 1 • J u n e 2 1



©AISTI 2021 <http://www.aisti.eu>

Nº 42

Edição / Edición

Nº 42, 06/2021

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.

Publicação / 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

Adriano Del Pino Lino, Universidade de Coimbra, Portugal

Amanda Sizo, Universidade do Porto, Portugal

Conselho Editorial / Consejo Editorial

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

Abel Méndez Porras, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR

Abel Suing, Universidad Técnica Particular de Loja, EC

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 Beatriz Blanco-Ariza, Universidad Simón Bolívar, CO

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 Autonoma de Sinaloa, MX

Antonia Mas, Universitat de les Illes Balears, ES

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
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universidad de las Islas Baleares, 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
Baltasar García Perez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
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
Carina Soledad González, Universidad de La Laguna, ES
Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Regalao Noriega, Universidad Simón Bolívar, CO
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
Cesar Colazzos, Universidad del Cauca, CO
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Cristina M.R. Caridade, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Dalila Durães, Universidade do Minho, PT

Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Debora Paiva, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, BR
Diana Cecilia Yacchirema Vargas, Escuela Politécnica Nacional, EC
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
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Eva Villegas, La Salle - Universitat Ramon Llull, ES
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
Fernando Suárez, CPEIG, ES
Filipe Caldeira, Politécnico de Viseu, PT
Filipe Montargil, Politécnico de Lisboa, PT
Filipe Portela, Universidade do Minho, PT
Flor de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Francisca Rosique Contreras, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Francisco Arcega, Universidad de Zaragoza, ES
Francisco Javier Lena-Acebo, Universidad de Cantabria, ES
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Franyelit Suarez, Universidad de las Américas, EC
Gabriel Alberto García-Mireles, Universidad de Sonora, MX
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidade de Cádiz, ES

Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Gladys Tenesaca Luna, Universidad Técnica Particular de Loja, EC
Gloria Maritza Valencia Vivas, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
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
Inés López, Universidad de Alcalá, ES
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivaldir de Farias Junior, Universidade de Pernambuco, BR
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica 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 Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Politécnico do Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Bernardino, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Jorge Buele, Universidad Tecnológica Indoamérica, EC

Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Universidad Autónoma de Baja California, MX
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
Jugurta Lisboa-Filho, Universidade Federal de Viçosa, BR
Klinge Orlando Villalba-Condori, Universidad Católica de Santa María, PE
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Leticia Morales Trujillo, Universidad de Sevilla, ES
Lilia Muñoz, Univerrsidat Tecnológica de Panamá, PA
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 Cavique, Universidade Aberta, PT
Luis Chamba Eras, Universidad Nacional de Loja, EC
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-La Mancha, ES
Luis Fernández Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES
Luis Maria Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educação 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
Marcelo Zambrano Vizuete, Universidad Tecnica Del Norte, EC
Marco Javier Suarez Barón, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, CO
Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autonoma de Baja California, MX
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR
María del Mar Miras Rodriguez, Universidad de Sevilla, ES
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, BR
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
Maria Helena Garcia Ruiz, Universidad de Camtabria, 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 Escalona, Universidad de Sevilla, ES
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT

Mario Chacón-Rivas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR
Mario José Diván, Universidad Nacional de La Pampa, AR
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 Ángel Conde, Univesidad de León, ES
Miguel Angel Olivero Gonzalez, Universidad de Sevilla, ES
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energía y Celulosa, ES
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 Palos, Universidad de Sevilla, ES
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, EC
Rene Faruk Garzozzi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Ricardo Andrés García León, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, MX
Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES
Ricardo Linden, FSMA, BR
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Robero Marichal, Universidad de La Laguna, ES
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 Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
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
Tomas San Feliu, Universidad Politecnica de Madrid, ES
Thiago Dias, CEFET-MG, BR
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
Vera Pospelova, Universidad de Alcalá, ES

Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT

Vicente Morales, Universidad Técnica de Ambato, EC

Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL

Víctor H. Andaluz, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, EC

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

A integração dos Sistemas Informáticos à Inteligência Artificial

Integration of Computer Systems to Artificial Intelligence

Adriano Del Pino Lino¹, Amanda Sizo²

adlino@dei.uc.pt; up202010567@edu.fe.up.pt

¹ Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Informática, Pólo II - Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal.

² Universidade do Porto, Laboratório de Inteligência Artificial e Ciência da Computação (LIACC), Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.42.0

1. Introdução

A demanda por sistemas computacionais cada vez mais integrados e robustos é impulsionado pela Internet das coisas (IoT) e pela enorme massa de dados gerados anualmente pelos utilizadores no uso dos inúmeros serviços disponíveis na rede mundial de computadores. Devido a situação pandêmica, os profissionais da área de TI têm sido desafiados a atender as diferentes demandas da sociedade, e ainda prover cada vez mais serviços online e integrá-los com outros sistemas o mais rápido possível. As instituições de ensino no mundo todo se deparam com a demanda por aulas remotas impulsionada pela sociedade que tem passado por grandes períodos de lockdown. Analogamente, os serviços de comércio eletrônico se apresentam como uma alternativa para a sobrevivência de muitas empresas e continuidade dos negócios. Entre 2020 e 2021 diversos segmentos como saúde, educação, comércio passaram a ser remoto, bem como a maioria dos empregos tradicionais que eram presenciais passaram a ser realizados remotamente.

Este cenário cria uma série de oportunidades para o avanço da ciência em diferentes campos da informática, bem como cria alguns desafios a serem superados frente às novas tecnologias. Os sistemas baseados em Inteligência Artificial (IA) são uma realidade e fornecem as mais variadas soluções na área da saúde, educação e serviços.

Um dos desafios nesta área é a integração da IA com dados de outras plataformas, como de mídia social, para fornecer respostas mais precisas e inteligentes aos utilizadores. Outra oportunidade para o avanço da ciência está associada com a internet das coisas (IoT) e IA, que tem sido impulsionado pela indústria na solução de problemas práticos.

A demanda por inteligência incorporada aos negócios é vital para a lucratividade das empresas, nesse sentido existem diversas oportunidades de investigação como na área de sistemas de recomendação e marketing digital. Nesse sentido, os algoritmos tradicionais de escalonamento passam a incluir novas informações uma vez que estão integrados na nuvem, e assim consomem demasiados recursos de hardware para concluir uma tarefa. Este problema é uma outra oportunidade para o desenvolvimento de novas pesquisa de otimização. Outra oportunidade é o uso de IA com sensores de áudio, que tem aplicabilidade na educação, segurança, entretenimento, entre outros.

Essas demandas da sociedade por mais serviços online e cada vez mais integrados cria uma série de oportunidades e desafios na área da informática que potencializa uma grande evolução na área de sistemas integrado com IA. Novos negócios digitais surgem devido às mudanças estruturais na sociedade, nas organizações, e na evolução das próprias tecnologias.

Neste contexto foram selecionados nove artigos para publicação nesta edição da RISTI, depois de terem sido alvo de um exigente processo de avaliação pelos membros do comité científico. Foram submetidos pelos autores um total de 137 artigos, sob a temática dos sistemas e tecnologias de informação, o que corresponde a uma apertadíssima e exigentíssima taxa de aceitação de 6,5%.

2. Estrutura

O primeiro artigo, com o título “Análise de Área de Cobertura de Dispositivo IoT para Monitoramento em Smart Farm” apresenta uma investigação experimental para aferir o alcance de um sistema IoT na deteção do inseto-praga cigarra em lavouras de café. O estudo realiza testes controlados que distingui os sons do inseto-praga cigarra de ruídos por meio de um sistema de classificação de SVM tendo como base um dispositivo baseado no microcontrolador ESP32. Os resultados indicam que a aplicação IoT é capaz de distinguir ruídos e sons da cigarra de com 100% de acurácia numa distância de até 20 metros.

O segundo artigo, com o título “Identificación de áreas de aplicación de arquitecturas de software basadas en modelos, técnicas y herramientas de social media” apresenta uma revisão da literatura na área de Mídias Sociais destacando os modelos de análise, técnicas e ferramentas aplicadas em diversas áreas. Cerca de 30 artigos foram analisados entre os anos de 2015 à 2020, no qual constatou-se um crescente interesse das organizações em incorporar tecnologias de Mídia Social em seus processos diários, bem como apresenta oportunidades de investigação que apoiem a orientação e rastreabilidade das atividades e artefactos pertencentes a um processo de software nesta área. Ainda, este estudo constatou que as Mídias Sociais são mais utilizadas nas áreas de Marketing e Gestão de Negócios.

O terceiro artigo, com o título “El papel de la confianza en la intención de uso del comercio electrónico” apresenta um estudo empírico da perceção de confiança dos consumidores finais na adoção do comércio eletrónico no estado de Tamaulipas, México. O estudo inclui uma revisão da literatura e um total de 356 questionário recolhidos que apontam que o comércio eletrónico não é adotado no México pois existem lacunas sobre aspetos do comportamento humano diante da adoção tecnológica.

O quarto artigo, com o título “Arquitetura de sistemas de recomendação para apoio ao vendedor no uso de sistemas de força de vendas em empresa com grande portfólio de produtos” propõe uma arquitetura de sistemas de recomendação baseada em Inteligência Artificial que serve para implantação em ferramentas de Sistema de Automação em Força de Vendas. Para provar a eficiência da arquitetura e a inovação na área é apresentado uma revisão sistemática da literatura, pesquisa exploratória quali-quantitativa, experimentos computacionais, estudo de caso, prova de conceito do sistema e pesquisa com o método Delphi.

O quinto artigo, com o título “Plataformas digitais e departamentos de comunicação/ relações públicas: uma revisão sistemática” apresenta uma revisão sistemática de literatura, por meio do PRISMA, referente aos constructos de comunicação e plataformas digitais destinados à transformação digital dos departamentos de comunicação social/ relações públicas. Dentre os principais resultados é destacado a predominância de estudos relacionados à estratégia de comunicação nas mídias sociais, por outro lado, menos de 1% estão relacionados aos departamentos de comunicação.

O sexto artigo, com o título “Clasificación y representación de emociones en el discurso hablado en español empleando Deep Learning” descreve um modelo de classificação de emoções de voz em espanhol usando algoritmo de aprendizagem de máquina profunda. Também é apresentado uma comparação entre outros modelos de classificação sendo que o uso de espectrogramas e redes convolucionais têm melhores resultados.

O sétimo artigo, com o título “Escalonamento de pedidos no paradigma Fog Computing: proposta de um modelo sensível ao contexto e avaliação do seu desempenho” apresenta um modelo de escalonamento sensíveis ao contexto para o paradigma fog em arquitetura cloud, que utiliza a normalização Min-Max para resolver a heterogeneidade e normalizar os diferentes parâmetros de contexto, bem como usa regressão linear múltipla para definir a prioridade dos pedidos e faz uso de técnica de otimização de programação não linear multiobjectivo para definir o escalonamento. A partir de simulações controladas, usando a ferramenta iFogSim, são apresentadas evidências de que a arquitetura proposta é mais eficiente quando comparado com as propostas não sensíveis ao contexto.

Finalmente o último artigo, com o título “Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – TARDA – Versão 2.0” apresenta os resultados de uma pesquisa de 4 anos que define uma taxonomia para avaliação de recursos digitais de aprendizagem denominada TARDA - V2. Para avaliar a taxonomia e chegar no consenso sobre 724 critérios de avaliação de recursos digitais identificados na revisão da literatura é aplicado questionários com especialistas de Engenharia de *Software*, de Usabilidade e de Educação/ Pedagogia. Para aumentar a credibilidade do trabalho, o estudo foi

acompanhado por 2 professores com experiência nas áreas de IHC, Qualidade de Software, Qualidade de Uso e Avaliação de RDAs.

3. Agradecimentos

Esta introdução termina agradecendo a todos os autores e membros do conselho editorial que participaram no processo de revisão dos artigos que compõem esta edição, desejando que este número de RISTI seja um elemento de avanço do conhecimento e um importante contributo para o campo dos sistemas e tecnologias de informação que estão a redesenhar a economia digital.

Um agradecimento especial às Bases de Dados de Revistas Académicas como CiteFactor, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, ISI Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago y Scopus, entidades que contribuem para que a RISTI seja uma revista científica de referência.

Índice / Index

EDITORIAL

A integração dos Sistemas Informáticos à Inteligência Artificial	xi
<i>Adriano Del Pino Lino, Amanda Sizo</i>	

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Análise de Área de Cobertura de Dispositivo IoT para Monitoramento em Smart Farm.....	1
<i>João Paulo Lemos Escola, Rodrigo Capobianco Guido, Ivan Nunes da Silva, Lucas Exposto Soares</i>	
Identificación de áreas de aplicación de arquitecturas de software basadas en modelos, técnicas y herramientas de social media	12
<i>Paola E. Velazquez-Solis, Brenda L. Flores-Rios, Jorge E. Ibarra-Esquer, María Angélica Astorga-Vargas, Raúl A. Aguilar Vera, Elizabeth Ramírez-Barreto, Gabriel López-Morteo</i>	
El papel de la confianza en la intención de uso del comercio electrónico.....	30
<i>Enrique Ismael Meléndez Ruiz, Demian Abrego Almazán</i>	
Arquitetura de sistemas de recomendação para apoio ao vendedor no uso de sistemas de força de vendas em empresa com grande portfólio de produtos	46
<i>Fabio Kazuo Ohashi, Marcos Antonio Gaspar, Ivanir Costa, Fellipe Silva Martins, Fábio Luís Falchi de Magalhães</i>	
Plataformas digitais e departamentos de comunicação/relações públicas: uma revisão sistemática	62
<i>Allana Albuquerque, Telmo Silva</i>	
Clasificación y representación de emociones en el discurso hablado en español empleando Deep Learning	78
<i>Fernando Elkfury, Jorge Ierache</i>	
Escalonamento de pedidos no paradigma <i>Fog Computing</i> : proposta de um modelo sensível ao contexto e avaliação do seu desempenho.....	93
<i>Celestino Barros, Vítor Rocio, André Sousa, Hugo Paredes</i>	
Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – TARDA – Versão 2.0	120
<i>Ozonias de Oliveira Brito Junior, Yuska Paola Costa Aguiar, Hermano Perrelli de Moura</i>	
Estilos de Aprendizagem: proposta de questionário semiautomático de apoio à aprendizagem autorregulada.....	136
<i>Antonio Carlos Zambon, Enzo Juniti Fujimoto, Higor Augusto Gomes</i>	

Análise de Área de Cobertura de Dispositivo IoT para Monitoramento em *Smart Farm*

João Paulo Lemos Escola^{1,3}, Rodrigo Capobianco Guido², Ivan Nunes da Silva³,
Lucas Exposto Soares^{1,3}

jpescola@ifsp.edu.br; guido@ieee.org; nsilva@sc.usp.br; lucas.exposto@ifsp.edu.br

¹ Instituto Federal de São Paulo (IFSP), 14781-502, Barretos-SP, Brasil

² Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 15054-000, São José do Rio Preto-SP, Brasil

³ Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), 13566-590, São Carlos-SP, Brasil

DOI: 10.17013/risti.42.1-11

Resumo: A melhoria do processo de monitoramento de insetos-praga em área agrícola é um desafio para os cientistas. A cigarra é um inseto-praga da lavoura de café que tem como característica marcante a emissão de som. Um dispositivo capaz de auxiliar o agricultor no manejo desses insetos pode ser de grande auxílio no manejo desses insetos. O presente trabalho busca aprimorar o processo de monitoramento automatizado de cigarras em lavoura de café analisando o alcance do dispositivo capaz de detectar a presença das cigarras no campo. Os resultados mostraram promissores, encorajando os pesquisadores na continuidade dos estudos.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Agricultura 4.0; Cigarras.

IoT Device Coverage Analysis for Smart Farm Monitoring

Abstract: Improving the process of monitoring pest insects in agricultural areas is a challenge for scientists. The cicada is an insect-pest of the coffee crop that has a distinctive feature of sound emission. A device capable of assisting the farmer in the management of these insects can be of great help in the management of these insects. This work seeks to improve the process of automated monitoring of cicadas in coffee fields by analyzing the range of the device capable of detecting the presence of cicadas in the field. The results showed promising results, encouraging researchers to continue their studies.

Keywords: Internet of Things; Agriculture 4.0; Cicadas.

1. Introdução

De acordo com (MADAKAM, RAMASWAMY & TRIPATHI, 2015), a Internet das Coisas (IoT) é uma tecnologia que está revolucionando a computação e as telecomunicações. Esse termo se refere aos diversos dispositivos (coisas), desde microcomputadores,

passando por *smartphones* e microcontroladores, até geladeiras, lâmpadas ou roupas, que podem ser utilizados para as mais diversas aplicações, interligando-se ou fornecendo serviços por meio da rede mundial de computadores (Internet).

Dentre as aplicações possíveis com uso de IoT estão identificação, automação, monitoramento e controle. Para isso, dispositivos como microcontroladores e sensores são empregados para realizar as tarefas que utilizam a Internet para se interligar ou fornecer respostas aos usuários.

Quando utiliza-se IoT em aplicações de monitoramento, como em (DEZOTTI et al., 2019), (ZGANK, 2020) e (MITEV et al., 2020), que usam um módulo de microfone para captura de áudio, é desejável conhecer sua cobertura, ou seja, o alcance do dispositivo, a fim de realizar um levantamento do número de dispositivos necessários para monitorar determinada área e conhecer seu efetivo custo de implantação.

O objetivo deste trabalho é analisar o alcance de um sistema desenvolvido para monitoramento de lavoura de café, configurando-se como uma aplicação do tipo *Smart Farm*, que utiliza o paradigma IoT, com um microcontrolador integrado a sensores adicionais, sendo o principal deles o sensor de captura de áudio.

Este artigo está dividido da seguinte forma: à frente temos uma revisão da literatura, em seguida o capítulo “Metodologia” exprime os detalhes dos experimentos. No capítulo seguinte apresentam-se os resultados e, em seguida, as conclusões e trabalhos futuros.

1.1. Internet das Coisas - IoT

Há muitos anos os seres humanos sonham em viver em lugares modernos e futuristas, em que os recursos estão à disposição, tornando suas vidas mais fáceis e produtivas, onde problemas atuais são resolvidos pelas máquinas e robôs fazem o seu trabalho pesado, possibilitando uma vida de conforto e com tranquilidade.

Nesse contexto, a IoT permite atualmente aos profissionais criarem soluções que se comunicam pela Internet, executam tarefas automatizadas e entregam serviços às pessoas tanto virtualmente, quando o refrigerador faz um pedido de compra ao supermercado, quanto fisicamente, quando aciona o aspirador de pó para limpar o seu quarto. Recursos antes restritos aos sonhos hoje estão mais próximos de se tornar realidade.

Com o barateamento dos componentes eletrônicos e aumento da velocidade e abrangência da Internet, a IoT ganha força permitindo desenvolvimento de aplicações em vasta gama.

De acordo com (MADAKAM, RAMASWAMY & TRIPATHI, 2015), essa tecnologia deverá transformar os objetos do mundo real em objetos virtuais inteligentes, unificando-os em uma infraestrutura comum, dando-nos o controle e mantendo-nos informados sobre o estado dos dispositivos.

Atualmente, os microcontroladores, como o Arduino (MCROBERTS, 2011; EVANS, NOBLE & HOCHENBAUM, 2013) e ESP8266 (SCHWARTZ, 2016; OLIVEIRA, 2017), permitem modelar um código que personaliza seu comportamento, normalmente integrado a um ou mais módulos adicionais ou sensores, aumentando a gama de recursos e possibilidades do projeto. Dentre suas importantes funcionalidades estão a capacidade

de processamento e memória, conexão com a Internet e *bluetooth*, tudo isso com baixo custo e reduzido consumo de energia.

Dentre os módulos adicionais está o sensor de áudio, como o MAX9814 (RAMIREZ & MOUMTADI, 2018; RAHMAWATI, HARYANTO & SAKARIYA, 2019; MALLIK, CHOWDHURY & CHTTOPADHYAY, 2019), que possibilita criar aplicações que realizam processamento digital de sinais de áudio, permitindo a criação de aplicações antes possíveis apenas com Processadores Digitais de Sinais (DSPs) ou microcomputadores.

1.2. Monitoramento de Áudio

O monitoramento de áudio consiste em analisar o som em determinada situação por meio de processamento digital de sinais de áudio utilizando técnicas como Transformada Rápida de Fourier (FFT) (HAYKIN & VEEN, 2001) ou Transformada Discreta Wavelet (DWT) (GUIDO, 2017).

Em (SANBORN, HEATH & HEATH, 2009), tem-se um exemplo de estudo relacionado ao monitoramento de áudio, onde os sons emitidos por uma espécie de cigarra são analisados cuidadosamente após a captura em campo, em diversas regiões dos EUA, utilizando gravador e microfone Uher 4000. De acordo com os autores, o inseto emite uma alta frequência, o que se torna uma vantagem, pois seus predadores (pássaros e lagartos) não ouvem, resultando em baixa pressão predatória.

No artigo (LEE, 2008) apresenta-se uma pesquisa na qual é feito o levantamento das espécies de cigarras na península coreana. Os sons das cigarras são capturados e analisados por oscilogramas e sonogramas. Os dados são comparados, não para detetar, mas para diferenciar as espécies.

No trabalho publicado por (COLE, 2008), é realizada a captura de sons de cigarras com um microfone C451E e um gravador DAT. A maioria das gravações aconteceu a 1m ou mais de distância. As frequências foram analisadas por espectrogramas gerados a partir da FFT. Por fim é realizada a comparação entre duas espécies, analisando os gráficos dos sons dos machos.

No trabalho de (MITEV et al., 2020), utiliza-se IoT para monitoramento de áudio, na forma de um detetor de dispositivos espíões, onde os sons capturados por voz em ambiente *Smart Home* são monitorados a fim de filtrar outros dispositivos que enviam comandos de áudio para a Internet, não havendo relatos de mensuração do alcance ou cobertura do protótipo.

No artigo de (ZGANK, 2020) é realizado monitoramento de áudio em *Smart Farm* aplicado à apicultura, onde dispositivos IoT são utilizados para detetar o início do processo de enxameação, por meio de processamento digital de áudio combinado com técnicas como Modelos Ocultos de Markov (HMM) e Modelos de Mistura Gaussiano (GMM), entretanto não foi realizada uma análise de cobertura acústica do dispositivo.

1.3. Smart Farm

Muitos são os países que tem como base econômica a agricultura. De acordo com (GUANZIROLI, SABBATO & BUAINAIN, 2020), 7,5% do território brasileiro é composto

por lavouras, perfazendo cerca de 351 milhões de hectares e a disponibilidade de terras agriculturáveis coloca o Brasil à frente de muitos países.

A evolução do trabalho no campo e os lucros crescentes possibilitam aumento do investimento em tecnologia, evidenciando sistemas que busquem melhorar os processos produtivos, aumentando a produção e consequentemente os lucros. Ainda segundo (GUANZIROLI, SABBATO & BUAINAIN, 2020), em uma análise entre os anos de 2006 a 2017 constata-se aumento da escala produtiva e conteúdo tecnológico, indicando a diferença que as tecnologias fazem no aumento da produtividade com maior eficiência, gerenciamento dos processos de produção e de insumos modernos.

O conceito de *Smart Farm* consiste no aproveitamento da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) com intuito de promover a eficiência, produtividade e lucratividade nos ambientes agrícolas (O'GRADY & O'HARE, 2017; BARRIENTOS-AVENDAÑO et al., 2019). Esse paradigma está cada vez mais evoluindo junto com a evolução da IoT, pois este possibilita o desenvolvimento de aplicações de baixo custo e com importantes resultados, cada vez mais direcionados ao escopo de *Smart Farm* (MONTROYA et al., 2017).

Para (WARK et al., 2007) os problemas enfrentados pela agricultura como mudanças climáticas, falta de água e falta de mão de obra aumentam a preocupação da população com questões como segurança alimentar e impacto ambiental, podendo a *Smart Farm* ser importante aliada na busca de soluções para esses problemas.

Segundo (O'GRADY & O'HARE, 2017) essas tecnologias são subutilizadas na agricultura, entretanto, podem prover aumento da produtividade por auxiliarem na tomada de decisões, tendo como exemplos a análise de alimentação de animais, monitoramento acústico, análise de área de plantações de algodão e de doenças comuns em gado leiteiro por meio de sensores não invasivos e de baixo custo.

No trabalho de (MUANGPRATHUB et al., 2019), um sistema IoT aplicado a *Smart Farm* foi desenvolvido utilizando sensores de umidade de solo, sensores de temperatura, uma aplicação para *smartphone* e uma aplicação Web buscando otimizar a produtividade e reduzir custos de produção. O sistema possibilita acionamento manual ou automático de válvulas solenoides para irrigação.

1.4. Trabalhos correlatos

No artigo de (SHAH, TARIQ & LEE, 2018) IoT e áudio são empregados em um sistema de análise de segurança doméstica por meio do som capturado em ambiente residencial interno. Com auxílio da técnica de aprendizagem de máquinas (Machine Learning) o sistema envia à Internet trechos de sinais de áudio classificando-os dentro de categorias prévias, relacionadas à violência doméstica. Um conjunto de dispositivos é espalhado pela residência, com um dispositivo em cada cômodo e não houve análise da cobertura ou do alcance máximo de cada dispositivo.

O trabalho de (NEBHEN, FERREIRA & MANSOURI, 2020) apresenta um amplificador de instrumentação de baixo ruído para uso em IoT, buscando maior sensibilidade com baixo consumo de energia. Nesse trabalho também não há uma análise do alcance do dispositivo, sendo os testes realizados em laboratório à uma distância de 1 metro do microfone.

Em (ROCHESTER et al., 2019) um dispositivo IoT é utilizado para monitoramento do besouro-do-pinheiro a partir de seu ruído emitido. Também não é analisado o alcance do dispositivo apesar de utilizarem tecnologia de longo alcance para transmissão dos dados entre os dispositivos da lavoura e seu *gateway*.

No artigo de (ALEXANDRU et al., 2018) um dispositivo IoT é desenvolvido para captura de diversos tipos de dados, incluindo captura de áudio para mensurar poluição sonora. A implantação da rede de monitoramento considerou um raio de 1 Km entre os dispositivos, considerando a capacidade de transmissão de dados e não de captura do sinal sonoro.

Nos trabalhos de (DEZOTTI et al., 2019; ESCOLA et al., 2020a, 2020b) um dispositivo é desenvolvido para captura de sinais acústicos de cigarras em lavouras de café, realizando o devido monitoramento da área de cobertura da rede de dispositivos. O presente artigo busca aperfeiçoar seus estudos analisando a área de cobertura, ou seja, a capacidade de alcance do dispositivo em relação ao sinal emitido pela cigarra a fim de estimar o número de dispositivos que será necessário para implantação em cada determinada área a ser coberta.

Não foram encontrados, na literatura, trabalhos com foco na análise de cobertura do sensor de áudio para dispositivos IoT, mostrando a importância do presente trabalho no auxílio de muitos trabalhos de pesquisas que aplicam Processamento Digital de Sinais (PDS) em IoT.

2. Metodologia

Utilizando um microcontrolador ESP32 (OLIVEIRA, 2017) foi desenvolvido um dispositivo, chamado INS (Figura 1), para monitoramento dos sons emitidos pelas cigarras em lavouras de café, com intuito de realizar um monitoramento automatizado, contribuindo para a melhoria do processo, retirando a necessidade de uso de trabalho manual e melhorando sua qualidade (DEZOTTI et al., 2019; ESCOLA et al., 2020a, 2020b).

O foco do presente trabalho está na mensuração do alcance do microfone, integrado ao INS, em relação a uma ou mais cigarras possivelmente presentes na lavoura e assim conhecer quantos dispositivos são necessários para obter o melhor rendimento e cobertura de uma determinada área, sítio, fazenda ou lavoura específica.

O dispositivo INS, a exemplo de grande parte dos projetos IoT, é composto por um conjunto de módulos de expansão, também chamados de *shields* ou sensores, de baixo custo, que permitem incorporar recursos a um projeto IoT, ex: sensor de temperatura, sensor de presença, relês etc. O módulo MAX9814 permite a captura de som para processamento interno do dispositivo.

Para realização dos testes, além do INS foram utilizados um *laptop* com processador Intel(R) Core(TM) i7-4800MQ CPU @ 2.70GHz, 32GB de memória RAM e disco rígido SSHD de 1TB em ambiente Linux; um *smartphone* (emissor) com intuito de executar um arquivo de áudio simulando o som da cigarras; e um *smartphone* (decibelímetro) executando um aplicativo simulando um decibelímetro. O arquivo com som de cigarras

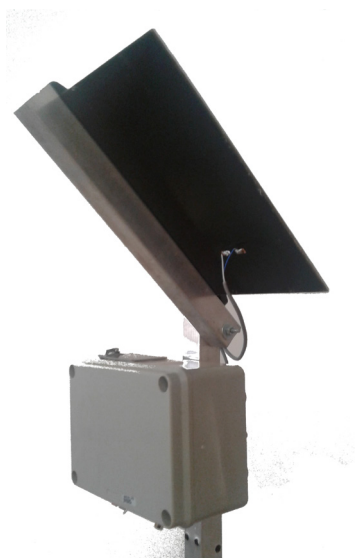


Figura 1 – Dispositivo INS

faz parte de um banco de dados de arquivos capturados em lavoura de café por um especialista pertencente ao grupo de pesquisa.

O dispositivo INS captura, de forma intermitente, 1200 milissegundos de áudio, armazenando os dados em um vetor, em seguida os dados são processados, as 25 energias resultantes de sub-bandas de frequência do sinal são apresentadas via saída padrão serial e capturadas pelo *laptop*. A Figura 2 ilustra o processo realizado durante os testes, onde D é a distância entre o emissor e o INS. São capturados 13 sinais em cada teste, variando as distâncias D entre 2 e 20 metros, conforme exposto adiante.

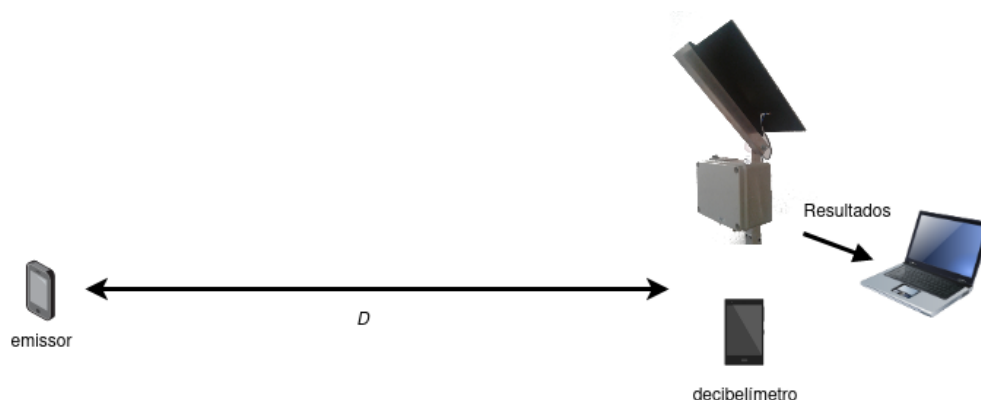


Figura 2 – Esquema utilizado nos testes

De posse dos 13 sinais resultantes de cada teste, compostos de 25 energias cada, os sinais são submetidos a uma Máquina de Vetor de Suporte (SVM), previamente treinada, a fim de verificar sua acurácia. Além desses, as intensidades mínima, média e máxima do sinal, em decibéis, também são registradas.

3. Resultados e Discussão

Conforme descrito na metodologia, para a realização dos testes foram utilizados quatro dispositivos de *hardware*: dois *smartphones* (emissor e decibelímetro) e um *laptop*, além do dispositivo INS. Esse conjunto de dispositivos permitiu a organização de um aparato tecnológico com intuito de simular o ambiente da lavoura, a fim de testar devidamente a aplicabilidade do sistema.

O *smartphone* emissor foi posicionado à uma distância D do INS, executando um arquivo de áudio WAV capturado previamente em lavoura de café por um membro especialista do grupo de pesquisa. O arquivo de áudio foi configurado para ser executado indefinidamente a fim de manter constante o som da cigarras emitido pelo equipamento.

O *smartphone* decibelímetro foi posicionado ao lado do INS para capturar a intensidade do sinal recebido durante cada teste. Os níveis de potência do sinal são importante parâmetro para analisar a efetiva intensidade de recepção do sinal pelo dispositivo INS, assim, esses dados foram incluídos na tabela de resultados apresentada adiante.

O *laptop* foi responsável por apresentar os resultados das capturas realizadas pelo dispositivo INS durante os testes, permitindo ao pesquisador monitorar o progresso das análises em tempo real. Ao final de cada teste, os resultados foram registrados em arquivo texto que permitiu posterior análise dos resultados, comparando-os entre cada conjunto de testes em diferentes distâncias.

No início de cada teste é aferida a distância entre o emissor e o INS com o auxílio de uma trena, em seguida são ativados o decibelímetro, o emissor e, finalmente, o dispositivo INS é ativado para dar-se início ao teste. Ao apresentar 13 resultados o teste é manualmente finalizado.

Cada um dos 13 sinais é armazenado no algoritmo em um vetor de X posições, que é processado através da Transformada Discreta Wavelet Packet (DWTP). Cada um dos 13 sinais de cada teste dispendeu, em média, 56522 milissegundos para ser capturado, processado e apresentado na tela.

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados obtidos nos experimentos. Foram realizados 5 testes, sendo o primeiro sem emissão de sons de cigarras e os demais com som de cigarras, sendo o emissor foi posicionado a uma distância variando de 2m a 20m. A fim de analisar a intensidade do sinal recebido pelo dispositivo INS em cada teste, foram incluídas na mesma tabela o valor da intensidade mínima, média e máxima, capturados pelo dispositivo decibelímetro. A acurácia resultante é apresentada de acordo com o referido teste.

Conforme se pode verificar na Tabela 1, no teste sem utilização do emissor, ou seja, sem incidência de cigarras, todos os 13 sinais foram considerados “ruído” pela SVM, perfazendo um total de 100% de acerto. Ressalta-se aqui a importância do resultado neste primeiro teste, que não apresentou falsos positivos, que poderiam debilitar o

Distância D	dB min	dB min	dB min	Acurácia
<i>Sem cigarras</i>	59	60.0	82	100%
<i>2m</i>	73	76.4	83	84.6%
<i>5m</i>	40	73.3	80	84.6%
<i>10m</i>	44	64.1	79	100%
<i>20m</i>	39	55.4	81	100%

Tabela 1 – Bateria de testes com sons de cigarras.

sistema e até mesmo inviabilizá-lo, visto que o monitoramento da lavoura tem como um dos maiores pilares a real detecção de um número mínimo de indivíduos presentes para uma rápida tomada de decisões para aplicação de defensivos ou outro tipo de manejo por parte do agricultor.

Na Tabela 2 tem-se a matriz de confusão do segundo e terceiro testes, onde o emissor foi posicionado à uma distância de 2m e de 5m do INS. Dos 13 sinais testados, 11 foram corretamente classificados e dois sinais foram classificados como “ruído” incorretamente, resultando em uma acurácia de 84.6% em ambos os casos. Ressaltamos aqui a importância desse resultado, que se mostra promissor, mesmo com a incidência de falsos negativos (2 neste caso – 15.4%), visto que, a importância do sistema está, inicialmente, na detecção dos indivíduos na lavoura. Assim sendo, os testes de 2m e 5m mostraram que o sistema pode falhar mas que ainda é eficiente para o problema a que se propõe.

	Cigarra	Ruído
<i>Cigarra</i>	11	2
<i>Ruído</i>	0	0

Tabela 2 – Matriz de confusão dos testes com distância de 2m e 5m

Nos testes com distância de 10m e de 20m, além do teste sem cigarras como visto anteriormente, todos os sinais foram corretamente classificados, apresentando 100% de acurácia em cada um dos referidos testes, corroborando a hipótese de que o sistema pode se mostrando interessante recurso para monitoramento, considerando a distância empregada.

4. Conclusões

O presente trabalho conclui a primeira etapa de estudos relacionados à aferição da distância e alcance do dispositivo INS. Os testes, realizados em laboratório, não permitiram distâncias maiores que 20m devido às limitações de espaço físico, entretanto é desejável futuramente executar os testes em distâncias maiores em ambiente de lavoura de café a fim de analisar os resultados com outras variáveis como o vento.

Os testes sem cigarras foram importantes para verificar a existência de falsos positivos. O aproveitamento máximo apresentado nessa etapa mostrou que a SVM encontra-se

satisfatoriamente treinada para o objetivo proposto no projeto, que é o monitoramento do inseto-praga cigarra em lavouras de café.

Em trabalhos futuros, deseja-se realizar as análises de desempenho da bateria e da placa solar, que fornecem alimentação ao dispositivo quando implantados em lavoura de café. Além desses, os testes com distâncias maiores em lavoura de café, a fim de obter resultados mais próximos aos reais em relação à implantação de um conjunto de INS em ambiente de produção, conhecendo os custos necessários para monitorar determinada área da plantação e realizar os demais testes para validação do sistema, como alcance de comunicação de dados entre os nós.

Referências

- Alexandru, P., Andrei, M., Cristina-Madalina, S., & Stan, O. (2018). Smart environmental monitoring beacon. En 2018 *ieee international conference on automation, quality and testing, robotics (aqtr)* (pp. 1–4). <https://doi.org/10.1109/aqtr.2018.8402701>
- Barrientos-Avendaño, E., Rico-Bautista, D., Coronel-Rojas, L. A., & Cuesta-Quintero, F. R. (2019). Granja inteligente: Definición de infraestructura basada en internet de las cosas, IPv6 y redes definidas por software. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E17), 183-197.
- Cole, J. A. (2008). A new cryptic species of cicada resembling tibicen dorsatus revealed by calling song (hemiptera: Auchenorrhyncha: Cicadidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 101(5), 815–823. <https://doi.org/10.1093/aesa/101.5.815>
- de Oliveira, S. (2017). *Internet das coisas com esp8266, arduino e raspberry pi*. Novatec Editora.
- Dezotti, A. K., Cardoso, A. M., Soares, L. E., Maccagnan, D. H. B. (2019). Dispositivo de monitoramento de densidade populacional de insetos a partir de sinais acústicos emitidos. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 2(5), 1781–1785.
- Escola, J. P. L., Guido, R. C., Cardoso, A. M., Maccagnan, D. H. B., Ribeiro, J. M., & Cardoso, J. R. F. (2020). A case study of wavelets and svm application in coffee agriculture: Detecting cicadas based on their acoustic and image patterns. En I. N. da Silva & R. A. Flauzino (Eds.), *Application of expert systems*. Rijeka: IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.90156>
- Escola, J. P. L., Guido, R. C., da Silva, I. N., Cardoso, A. M., Maccagnan, D. H. B., & Dezotti, A. K. (2020). Automated acoustic detection of a cicadid pest in coffee plantations. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169, 105215. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105215>
- Evans, M., Noble, J., & Hochenbaum, J. (2013). *Arduino em ação*. Novatec Editora.
- Guanziroli, C. E., Di Sabbato, A., & Buainain, A. M. (2012). Evolução da agricultura familiar no Brasil (1996-2017). *Uma Jornada Pelos Contrastes do Brasil*, 191. <https://doi.org/10.1590/s0103-20032012000200009>

- Guido, R. C. (2017). Effectively interpreting discrete wavelet transformed signals. *IEEE Signal Processing Magazine*, 34(3), 89–100. <https://doi.org/10.1109/msp.2017.2672759>
- Haykin, S. S., & Van Veen, B. (2001). *Sinais e sistemas*. Bookman.
- Lee, Y. J. (2008). Revised synonymic list of cicadidae (insecta: Hemiptera) from the korean peninsula, with the description of a new species and some taxonomic remarks. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 121(4), 445–467. <https://doi.org/10.2988/08-09.1>
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015). Internet of things (iot): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, 3(05), 164. <https://doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>
- Mallik, S., Chowdhury, D., & Chittopadhyay, M. (2019). Development and performance analysis of a low-cost mems microphone-based hearing aid with three different audio amplifiers. *Innovations in Systems and Software Engineering*, 15(1), 17–25. <https://doi.org/10.1007/s11334-019-00325-7>
- McRoberts, M. (2011). *Beginning arduino*. Apress.
- Mitev, R., Pazii, A., Miettinen, M., Enck, W., & Sadeghi, A.-R. (2020). Leakypick: Iot audio spy detector. En *Annual computer security applications conference* (pp. 694–705). <https://doi.org/10.1145/3427228.3427277>
- Montoya, E. A. Q., Colorado, S. F. J., Muñoz, W. Y. C., & Golondrino, G. E. C. (2017). Propuesta de una arquitectura para agricultura de precisión soportada en IoT. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (24), 39-56. <https://doi.org/10.17013/risti.24.39-56>
- Muangprathub, J., Boonnarn, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). Iot and agriculture data analysis for *Smart Farm*. *Computers and electronics in agriculture*, 156, 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.12.011>
- Nebhen, J., Ferreira, P. M., & Mansouri, S. (2020). A chopper stabilization audio instrumentation amplifier for iot applications. *Journal of Low Power Electronics and Applications*, 10(2), 13. <https://doi.org/10.3390/jlpea10020013>
- O’Grady, M. J., & O’Hare, G. M. (2017). Modelling the Smart Farm. *Information processing in agriculture*, 4(3), 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.05.001>
- Rahmawati, D., Haryanto, H., & Sakariya, F. (2019). The design of coconut maturity prediction device with acoustic frequency detection using naive bayes method based microcontroller. *JEEMECs (Journal Electr. Eng. Mechatron. Comput. Sci.)*. <https://doi.org/10.26905/jeemecs.v2i1.2806>
- Ramírez, A. C., & Moumtadi, F. (2018). Design of a hearing auxiliary for bilateral hypoacusia. *International Journal of Engineering Sciences & Research Technology*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1165570>

- Rochester, E., Ma, J., Lee, B., & Ghaderi, M. (2019). Mountain pine beetle monitoring with iot. En 2019 *IEEE 5th world forum on internet of things (wf-iot)* (pp. 513–518). <http://dx.doi.org/10.1109/WF-IoT.2019.8767291>
- Sanborn, A., F., Heath, J. E., & Heath, M. S. (2009). Long-range sound distribution and the calling song of the cicada *beameria venosa* (uhler) (hemiptera: Cicadidae). *The Southwestern Naturalist*, 54(1), 24–30. <http://dx.doi.org/10.1894/JC-23.1>
- Schwartz, M. (2016). *Internet of things with esp8266*. Packt Publishing Ltd.
- Shah, S. K., Tariq, Z., & Lee, Y. (2018). Audio iot analytics for home automation safety. En 2018 *IEEE international conference on big data (big data)* (pp. 5181–5186). <https://doi.org/10.1109/BigData.2018.8622587>
- Wark, T., Corke, P., Sikka, P., Klingbeil, L., Guo, Y., Crossman, C., . . . Bishop-Hurley, G. (2007). Transforming agriculture through pervasive wireless sensor networks. *IEEE Pervasive Computing*, 6(2), 50–57. <https://doi.org/10.1109/MPRV.2007.47>
- Zgank, A. (2020). Bee swarm activity acoustic classification for an iot-based farm service. *Sensors*, 20(1), 21. <https://doi.org/10.3390/s20010021>

Identificación de áreas de aplicación de arquitecturas de software basadas en modelos, técnicas y herramientas de social media

Paola E. Velazquez-Solis¹, Brenda L. Flores-Rios¹, Jorge E. Ibarra-Esquer²,
María Angélica Astorga-Vargas², Raúl A. Aguilar Vera³, Elizabeth Ramírez-Barreto¹,
Gabriel López-Morteo¹

{paola.velazquez; brenda.flores; jorge.ibarra; angelicaastorga; eramirez; galopez} @uabc.edu.mx; avera@correo.uady.mx

¹ Instituto de Ingeniería, ² Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, Baja California, México.

³ Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, México.

DOI: 10.17013/risti.42.12-29

Resumen: Social media se refiere al conjunto de técnicas y herramientas que están tomando relevancia para la recolección de información sobre el comportamiento de los usuarios en las redes sociales. El objetivo de esta investigación fue identificar los enfoques, modelos de análisis, técnicas y herramientas de social media aplicados en arquitecturas de software, con el fin de detectar las áreas de aplicación por medio de estudios empíricos. Para ello, se realizó un mapeo sistemático de la literatura con el cual se seleccionaron treinta artículos publicados entre 2015 y 2020. Los resultados validaron que en los últimos tres años se han incrementado en un 57% las publicaciones, principalmente en el área de investigación centrándose en diseñar arquitecturas de software que incorporen modelos de análisis de social media en los componentes y crear nuevas oportunidades en las redes sociales.

Palabras-clave: social media; arquitecturas de software; redes sociales; mapeo sistemático de la literatura

Identification of application areas of software architectures based on social media models, techniques and tools

Abstract: Social media refers to the set of techniques and tools that are gaining relevance for the collection of information about the behavior of users on social networks. The objective of this research was to identify the approaches, analysis models, techniques, and tools of social network applications in software architectures, to detect the application areas through empirical studies. For this, a systematic mapping of the literature was carried out, with which thirty articles published between 2015 and 2020 were selected. The results validated that in the last three years publications have increased by 57%, mainly in the research area focusing on designing software architectures that incorporate social network analysis models in the components and create new opportunities in social networks.

Keywords: social media; software architectures; social networks; systematic literature mapping

1. Introducción

En una red social las personas o grupos de personas interactúan entre sí en un sitio de Internet. Las redes sociales se caracterizan por tener una base de usuarios amplia y heterogénea, con participación tanto intermitente como constante, convirtiéndose en un medio imprescindible de comunicación e información, para la creación de proyectos, integración de comunidades y nuevas formas de entretenimiento y acción social colectiva (Ureña et al., 2019). La incorporación de técnicas y criterios de análisis propios de social media en las redes sociales, tiene como propósito el de mantener una comunicación ubicua al crear y compartir contenidos (Martín Blanco, 2015). De esta forma, social media se refiere a un conjunto de técnicas, herramientas, aplicaciones y medios de comunicación donde la información es creada y visualizada por los usuarios, que son libres de compartir y transferir textos, fotografías, audio, vídeo, entre otro tipo de contenido (Injadat et al., 2016). Las aplicaciones más comunes de social media incluyen: monitorear las respuestas públicas a anuncios o discursos, la difusión de eventos, analizar comentarios e iniciativas políticas, identificar ideas u opiniones sobre el comportamiento de una comunidad, encuestar grupos de redes sociales o detectar la aparición temprana de eventos emergentes - conocido también como la viralización de contenidos (Batrínca & Treleaven, 2015). Las áreas estratégicas que pueden monitorearse en social media son las necesidades, los sentimientos y la comunicación entre los usuarios. Este seguimiento se puede realizar directamente en redes sociales como Facebook (Kurnia & Suharjo, 2018), Twitter o en otros ámbitos los cuales incluyen áreas de negocios, educación, gobierno o salud. Sin embargo, el desarrollo de herramientas o aplicaciones que se apoyen de una metodología enfocada a social media es una necesidad inminente (Al-Maatouk et al., 2020; Diamantini et al., 2019; Mushtaq et al., 2018; Verhoef & Lemon, 2013).

Las redes sociales, social media y los espacios virtuales son mecanismos de interacción o canales de comunicación, con un alcance y potencial de mayor impacto que cualquiera de los otros medios tradicionales, y con capacidad de interacción y dinamismo superior (Herrera, 2012). Los servicios de redes sociales se han vuelto cruciales para algunas organizaciones en el servicio al cliente o en sus departamentos de mercadotecnia donde se proponen soluciones para la indexación de *influencers*¹ o nichos de oportunidad para incursionar dentro del Internet (Arora et al., 2019). También, presentando estrategias de publicación eficaz dentro de las plataformas de redes sociales, la identificación del tipo de mensajes o los tipos de transporte de mensajes apropiados (Bitiktas & Tuna, 2020). Por otro lado, en el estudio de Rousidis, Koukaras & Tjortjis (2020) en sus hallazgos indicaron que los docentes o académicos de cualquier disciplina o cultura, podrían impartir cursos a través de plataformas como redes sociales gracias a las diferentes funcionalidades que brindan las herramientas de social media, como Portal Home, Historias de voz y el almacenamiento en la nube de Facebook, los cuales incentivaban a

¹ Persona(s) que destaca(n) en una red social u otro canal de comunicación y expresa opiniones sobre un tema concreto que ejercen una gran influencia sobre muchas personas que la conocen.

los estudiantes a realizar una participación más activa. Esto de alguna forma propicia la modificación de las prácticas tradicionales o los contenidos temáticos de los programas de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas. En ambas áreas de aplicación la comunicación siempre se establece con los usuarios.

En el ámbito de la Ingeniería de Software, existen propuestas sobre arquitecturas (Raspopović et al., 2016) basadas en social media, incluso, ciertos autores (Hayat et al., 2019; Peláez et al., 2019) han propuesto metodologías para el diseño de arquitecturas que apoyen el descubrimiento de información social, considerando como requisitos: la velocidad de la transmisión de datos, la flexibilidad y la escalabilidad (Diamantini et al., 2019). Diamantini et al. (2019) proponen una arquitectura para *social media Data Analytics* de manera que sea posible construir diferentes sistemas para analizar diversas redes sociales con base en la arquitectura. Sin embargo, dicho trabajo es una implementación, sin entrar en detalles sobre la analítica de datos, utilizando algoritmos para clasificar los sentimientos de los usuarios. El proceso descrito por Mushtaq et al. (2018) se realiza desde la perspectiva de los datos en bruto en las redes sociales, y es el interés particular, el que permite llegar a una clasificación (p.e. conocer relaciones y asociaciones entre publicaciones). Algunos trabajos tienen el dominio de desarrollo dentro del Aprendizaje profundo o Minería de datos, lo cual a pesar de ser una aproximación más real a los datos obtenidos desde las redes sociales, debido a que difumina una mejor visión de dominios y aplicaciones futuras (Hayat et al., 2019), no permite tener certeza de la interoperabilidad, seguridad y portabilidad de las arquitecturas propuestas.

De acuerdo con lo antes expuesto, se considera importante analizar las técnicas de social media que sea parte de un marco de referencia para la construcción de software, con arquitecturas de software adecuadas para social media. El objetivo del presente estudio se centra en identificar modelos de análisis, técnicas y herramientas de social media aplicadas en arquitecturas de software propuestos en diversas áreas de aplicación, a partir de la implementación de un mapeo sistemático de literatura.

Este documento se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se introduce un marco referencial sobre los términos de redes sociales, social media y arquitectura de software. La sección 3 especifica el protocolo metodológico utilizado; la sección 4 presenta las áreas de aplicación identificadas en los resultados obtenidos a partir del mapeo sistemático de literatura realizado. Finalmente, la sección 5 presenta las conclusiones.

2. Marco de Referencia

Las redes sociales son servicios basados en Web que permiten a las personas (Peruta & Shields, 2017): 1) construir un perfil público o semipúblico dentro de un sistema; 2) crear una lista de otros usuarios con los que se comparte una conexión y contenido; 3) conocer y recorrer un conjunto de datos referente a las conexiones y contenidos realizados por otros dentro del sistema. De esta forma, una red social es una herramienta que ha transformado a las personas en receptores y productores de contenido (Gonzalez & Munoz, 2016) propiciando nuevos métodos de comunicación entre ellos para tomar decisiones, socializar, colaborar, aprender, realizar compras e interactuar entre ellos (Sabate et al., 2014).

Los datos generados por las redes sociales son una clara evidencia de la dinámica del comportamiento humano, los cuales brindan nuevas oportunidades para estudiar y analizar su socialización. Por ejemplo, entre grupos escolares, académicos, deportivos o la sociedad misma. Tanto científicos, profesionales como responsables de las organizaciones han identificado nuevas formas de recopilar, combinar y analizar automáticamente la información contenida en las grandes bases de datos desde una perspectiva organizacional (Batrinsa & Treleaven, 2015). Últimamente, se han desarrollado aplicaciones basadas en modelos de Minería de datos con el propósito de realizar el monitoreo del desempeño de las publicaciones en las redes sociales, reduciendo el tiempo de espera para obtener métricas o estadísticas de páginas como Facebook o Twitter (Kurnia & Suhajito, 2018 y Purohit et al., 2020). Los modelos utilizados se basan en la extracción del conocimiento de los conjuntos de datos, para posteriormente analizarlos con el objetivo de comprender no solo el comportamiento social virtual, sino también los sentimientos y emociones de quienes interactúan (He et al., 2017; Salloum et al., 2017 y Tocoglu et al., 2019).

Según Lara (2008) existen cinco requisitos que deben de cumplir los medios digitales para consolidar sus redes sociales desde un enfoque de social media: conectividad con el usuario, servicios útiles para los usuarios, participación abierta y de calidad, orientación y dinamización y una Gestión del conocimiento. De esta forma, es más común encontrar usuarios con los cuales se compartan gustos, aficiones, fotografías, contenido tanto de video como de audio (Martin Blanco, 2015), por lo que la participación de usuarios en las redes sociales con social media se espera que exista una cultura colaborativa con grados o niveles de participación, definiendo cursos de acción y diferenciando sus roles. El uso de técnicas de social media, en los tweets y retweets de Twitter y los compartir (share) de Facebook, se convirtieron en una área de investigación computacional y de negocios debido al rápido cambio y evolución de las actividades comerciales y la disponibilidad de Interfaces de Programación de Aplicaciones (API por sus siglas de *Application Programming Interface*) basadas en la Web proporcionadas por Twitter, Facebook y los servicios de noticias (Batrinsa & Treleaven, 2015).

Por consiguiente, se ha generado un crecimiento de servicios de datos y la necesidad de incorporar técnicas y herramientas de social media en el desarrollo de arquitecturas de software. En Ingeniería de software, el concepto de arquitectura se refiere a la estructura organizativa de un sistema o componente. También al proceso de definir una colección de componentes de hardware y software, las interfaces para establecer el marco para el desarrollo de un sistema informático y las relaciones de trabajo entre los componentes de un sistema (Maier et al., 2001). Algunos diseños de arquitectura de software son: microservicios, por capas y componentes. Los enfoques de los autores varían, en relación al área de aplicación de la arquitectura y los elementos necesarios en los requerimientos. Hayat et al. (2019) exponen la arquitectura de forma genérica, indicando los diversos componentes, tales como métodos, módulos y algoritmos.

3. Metodología

De acuerdo con el objetivo del estudio, se determinó utilizar un mapeo sistemático de la literatura siguiendo los lineamientos de (Petersen et al., 2015). El proceso consta de

cinco pasos para obtener el estado del arte en el tema analizado (Brenes Carranza et al., 2020; Ramírez-Alpízar et al., 2020).

3.1. Preguntas de Investigación

Para conducir el estudio se utilizó el modelo PICO (Población, Intervención, Comparación, Salidas) (Wohlin et al., 2012) y se plantearon las siguientes Preguntas de Investigación (PI):

- PI1. ¿Cuáles enfoques y modelos se han considerado en el desarrollo de arquitecturas de software para social media?
- PI2. ¿Qué técnicas y/o herramientas de social media se han utilizado en el diseño de arquitecturas de software?

Con el propósito de realizar una búsqueda exploratoria basada en el objetivo y las PI, se construyó una cadena de búsqueda. La búsqueda exploratoria permitió identificar los estudios base que fueron guía para el proceso de búsqueda (Bitiktas & Tuna, 2020; Chugh & Ruhi, 2018; Peruta & Shields, 2017; Purohit, Castillo & Pandey, 2020).

3.2. Estrategia de búsqueda y proceso de selección de estudios

La cadena de búsqueda se construyó en función del contenido de términos clave del título de este estudio y los criterios de selección de los autores.

(“Software Architecture” AND “social media” OR “social media analytics” OR “social media mining” OR “Sentiment analysis” OR “Opinion mining”)

La Figura 1 presenta el proceso de búsqueda utilizando como fuentes las bases de datos IEEE Electronic Library (IEL), Elsevier, Springer Link, Scopus y agrupado como otras fuentes Google Scholar, AMC y Wiley. Se buscaron los términos de la cadena contra el título, el resumen, las palabras clave y las conclusiones de los artículos. El protocolo base del mapeo fue desarrollado durante el mes de septiembre de 2020. La búsqueda

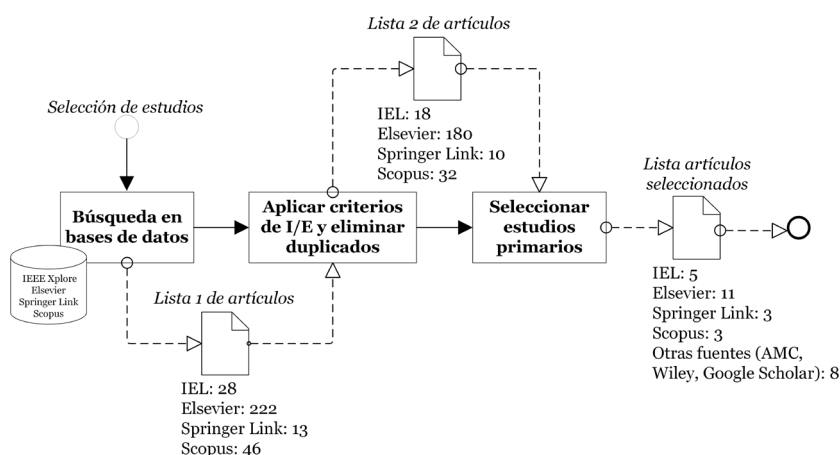


Figura 1 – Proceso de selección de los artículos. Elaboración propia.

automatizada se realizó en octubre y los estudios se analizaron entre noviembre y diciembre de ese mismo año. El número de artículos que se recuperaron de cada base de datos fueron: 28 en IEL, 46 en Scopus, 13 en Springer Link, 222 en Elsevier y 11,100 en Google Scholar, considerando AMC y Wiley.

Los criterios de I/E se aplicaron en el título y resumen de los artículos. Se incluyeron los que cumplían con ((I1 OR I2) AND I3 AND I4 AND I5) y Se excluyeron aquellos artículos que cumplían con la fórmula (E1 OR E2 OR E3), como se presenta en la Tabla 1. A partir de esta estrategia de búsqueda y el proceso de selección expuestos, se eliminaron los artículos duplicados quedando seleccionados 30 estudios primarios.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
I1: Bases de datos científicas seleccionadas.	E1: Artículos de memorias de congresos, tesis, revistas no arbitradas, workshops.
I2: Publicaciones científicas indexadas.	E2: Estudios que no estén disponibles en texto completo.
I3: Publicaciones entre 2015 y 2020.	E3: Estudios terciarios y secundarios.
I4: Estudios en idioma inglés.	
I5: Artículos que incluyan diseño de arquitecturas, marcos de trabajo, modelos de aplicación usando social media	

Tabla 1 – Criterios de Inclusión y Exclusión (I/E).

3.3. Evaluación de calidad

La evaluación de la calidad de los estudios se realizó por tres integrantes del grupo de investigación para determinar el nivel de detalle con el que cuentan los artículos considerando que: PC1 ¿el artículo explica claramente una o varias técnicas y/o herramientas de social media? y PC2 ¿el artículo explica el desarrollo de una arquitectura de software con social media?

La puntuación para los criterios se asignó de acuerdo con la escala de 0 – 1; donde 0 = No cumple en absoluto, 0.5 = Cumple parcialmente y 1 = Cumple totalmente. Los valores de calidad obtenidos variaron entre 0.5 y 0.75 y un promedio de 0.50 (Tabla 2). Como último filtro, se seleccionaron los estudios con un indicador de calidad mayor o igual a 0.05.

Autor(es)	PC1	PC2	$\bar{x}$
Younis, E. (2015)	1	0	0.5
Shen & Kuo (2015)	1	0	0.5
Immonen et al. (2015)	0.5	1	0.75
Gupta & Gupta (2016)	0.5	0	0.25
Raspopović et al. (2016)	0.5	0	0.75
Buxarrais, M. R. (2016)	0.5	0	0.25
Adinolfi et al. (2016)	0.5	1	0.75

Autor(es)	PC1	PC2	$\bar{X}$
Hu & Chen (2016)	0.5	0	0.25
Lipizzi et al. (2016)	1	0	0.5
Peruta & Shields (2017)	1	0	0.5
Salloum et al. (2017)	1	0	0.5
He et al. (2017)	1	0	0.5
Chugh & Ruhi (2018)	1	0	0.5
Mushtaq et al. (2018)	0.5	1	0.75
Stieglitz et al. (2018)	1	0	0.5
Kurnia & Suharjito (2018)	1	0.5	0.75
Amin & Rajadurai (2018)	1	0	0.5
Hwa Choi, S. (2019)	0.5	0	0.25
Peláez et al. (2019)	0.5	1	0.75
Arora et al. (2019)	0.5	0	0.25
Hayat et al. (2019)	0.5	1	0.75
Tocoglu et al. (2019)	0.5	0	0.25
Goyal & Goyal (2020)	1	0	0.5
Han et al. (2020)	1	0	0.5
Noor & Haneef (2020)	1	0	0.5
Purohit, Castillo & Pandey (2020)	0.5	0.5	0.5
Arafeh et al. (2020)	1	0	0.5
Al-Maatouk et al. (2020)	1	0	0.5
Bitiktas & Tuna (2020)	0.5	0.5	0.5
Meng et al. (2020)	1	0	0.5

Tabla 2 – Evaluación de calidad de los estudios primarios

3.4. Amenazas a la validez

A continuación, se presentan las amenazas a la validez del estudio, así como las estrategias para minimizarlas (Kitchenham, 2007; Ramírez-Alpizar et al., 2020).

Cobertura sujeta a los términos de búsqueda y a los repositorios de búsqueda. Las bases de datos seleccionadas son reconocidas por tener gran cobertura en la disciplina de Ingeniería de software. La cadena de búsqueda utilizada en este estudio fue definida a partir de una búsqueda exploratoria en bases de datos y un conjunto de artículos base. Durante el proceso de I/E, si existían dudas sobre un artículo específico, se procedió a su lectura completa.

Extracción y clasificación. El proceso de extracción de artículos y la clasificación de los mismos fue realizado por el primer autor. La interpretación de los resultados por parte de los demás autores y la amenaza a la validez primero y segundo autor. Los artículos fueron clasificados de acuerdo con lo reportado por los autores originales y

en caso de no ser reportados explícitamente los autores de este estudio les asignaron una clasificación.

3.5. Proceso de extracción y análisis

En este proceso se extrajeron los datos para su identificación y la información necesaria para responder las preguntas PI1 y PI2. Para ello, se agruparon los estudios primarios en cuatro categorías: 1) Enfoques, 2) Modelos de análisis para social media, 3) Diseño de arquitecturas de software y 4) Técnicas/Herramientas de social media, donde las categorías 1 y 2 se asociaron a PI1 y las categorías 3 y 4 a PI2. A cada artículo se le asignó una etiqueta conforme al área de aplicación: Educación, Mercadotecnia, Gestión de negocios e Investigación. Las áreas de aplicación definidas identificaron aquellos estudios que validaban sus propuestas por medio de estudios empíricos y analizaban aplicaciones de las técnicas, herramientas y modelos de arquitecturas de software. Finalmente, se realizó una conclusión a partir del análisis y resultados obtenidos en la búsqueda.

4. Análisis de resultados

En esta sección, se presentan los resultados del mapeo de literatura realizado. En la Figura 2 se presenta la distribución de los estudios primarios dentro del periodo de 2015 a 2020. El 10% corresponde al año 2015, el 20% en el año 2016, el 10% en el año 2017, un 16.7% en el 2018 y 2019 y el 26.6% en el año 2020. El 36.67% de los estudios fueron obtenidos de la base de datos Elsevier, mientras que las bases de datos con menor porcentaje de estudios seleccionados fueron Scopus y Springer con 10% cada una. El 16.67% se obtuvieron de IEL y el 26.66% pertenece a otras fuentes como AMC, Wiley, Emerald insight y Google Scholar.

4.1. Enfoques y modelos de análisis para social media

Para dar respuesta a la primera PI1, se identificaron aquellos artículos que presentaron un marco conceptual centrado a social media o una implementación de un caso de estudio o escenarios de prueba. En la Tabla 3 se identifican los 8 artículos representando un 26.67% del total de los estudios primarios, de los cuales 5 pertenecen al área de Investigación y 3 al área de educación; denotando el interés en presentar definiciones que ayuden a interpretar y adaptar los conceptos de social media. Autores como Gupta & Gupta (2016), Stieglitz et al. (2018) y Han et al. (2020) presentan revisiones de conceptos, tales como: Analítica de social media (*Social media analytics*), Análisis de sentimientos (*Sentiment Analysis*) y Minería de opiniones (*Opinion Mining*).

La analítica de social media se refiere al campo de investigación interdisciplinario emergente que tiene como objetivo combinar, ampliar y adaptar métodos para el análisis de datos de redes sociales (Stieglitz et al., 2018). Por otro lado, el análisis de sentimientos es una forma particular de SMM² que implica el uso de una variedad de tecnologías para determinar los sentimientos personales expresados con respecto a temas particulares en

² La monitorización de redes sociales (SMM por sus siglas en inglés) es el proceso de extraer conocimiento útil o procesable de estos datos generados por usuarios a gran escala del ámbito de las redes sociales.

las plataformas de redes sociales con el fin de medir el ambiente o el sentimiento general (Gupta & Gupta, 2016).

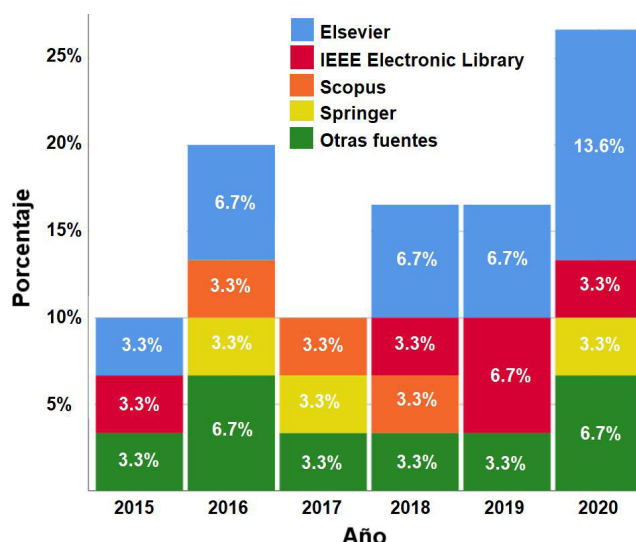


Figura 2 – Distribución de estudios primarios por año y base de datos.

Área de aplicación	Estudios con enfoques de social media	Cantidad
Educación	Buxarrais, M. R. (2016), Chugh & Ruhi (2018), Amin & Rajadurai (2018)	3
Investigación	Gupta & Gupta (2016), Stieglitz et al. (2018), Goyal & Goyal (2020), Han et al. (2020), Meng et al. (2020)	5

Tabla 3 – Número de estudios de la categoría enfoques de social media.

El utilizar los argumentos basados en el comportamiento de los likes/reacciones de los usuarios, representa la fuerza del vínculo social en un contexto de comportamiento de rebaño y proporciona una visión sobre el comportamiento de los usuarios de las redes sociales y la influencia social (Meng et al., 2020). Así mismo, la Minería de opiniones se ocupa de analizar las opiniones, críticas, actitudes y emociones de las personas hacia diferentes marcas, empresas, productos e incluso individuos usando algoritmos de pre-procesamiento de texto (Rousidis et al., 2020).

En el desarrollo y propuestas de modelos de análisis es imperativo que los administradores de redes sociales implementen estrategias que conduzcan a la participación en las publicaciones para maximizar la visibilidad y el compromiso de los usuarios (Peruta & Shields, 2017). Con respecto a conocer los modelos de análisis de social media, se recopilieron artículos que presentaron la descripción de uno o varios de los procesos de social media: descubrimiento de los datos (Mushtaq et al., 2018),

recopilación, preparación o análisis de datos (Goyal & Goyal, 2020; Gupta & Gupta, 2016). Autores como Goyal & Goyal (2020), Meng et al. (2020) y Liu et al. (2016), confirman el proceso de análisis de datos con cuatro actividades básicas, y sitúan los datos generados por las redes sociales como parte del *Big data*. Así mismo, resaltan la importancia durante el análisis de estos, debido a que la mayor parte de los desafíos por parte de los investigadores aún se encuentran durante esta etapa (Liu et al., 2016). Dichas propuestas de modelos de análisis incluyen modelos de flujo de datos y/o de actividades; modelos de rol y/o acción; o modelos de flujo de trabajo. Por lo anterior, se observa que aún existen discrepancias entre los conceptos y enfoques que proponen cada uno de los autores.

Los modelos propuestos por autores como He et al. (2017); Salloum et al. (2017) y Tocoglu et al. (2019) se basan en la extracción de conocimiento de los conjuntos de datos, para posteriormente analizarlos con el objetivo de comprender no solo comportamientos, sino también sentimientos y emociones. Así mismo, existen otros autores que el enfoque de sus investigaciones se proyectan hacia la Mercadotecnia o Gestión de negocios, proponiendo soluciones para la indexación de *influencers*, o nichos de oportunidad para incursionar dentro de Internet (Arora et al., 2019), mencionan estrategias de una publicación eficaz dentro de las plataformas de redes sociales e identifican el tipo de mensajes o los tipos de transporte de mensaje apropiados (Bitiktas & Tuna, 2020). Kurnia & Suhajito (2018) y Purohit, Castillo & Pandey (2020) desarrollaron aplicaciones basadas en sus propuestas de modelo con el propósito de realizar un monitoreo del desempeño de las publicaciones en las redes sociales, reduciendo el tiempo de espera para el conocimiento de las métricas totales de páginas de Facebook o Twitter.

La Tabla 4 identifica los 11 artículos seleccionados en la categoría de modelos de análisis de social media clasificados por área de aplicación. Cabe destacar que el 64% de los estudios corresponde con modelos de análisis social, derivados de estudios empíricos, y no propiamente de modelos teóricos de investigación.

Área de aplicación	Estudios con modelos de análisis de social media	Cantidad
<i>Educación</i>	Peruta & Shields (2017) – Strategies and engagement by school type Salloum et al. (2017) – Natural Language Processing (NLP) Model He et al. (2017) – Topic models, Linear discriminant analysis (LDA) y Probabilistic latent semantic analysis (PLSA). Tocoglu et al. (2019) – Modelo de emociones básicas de Paul Ekman, Artificial Neural network (ANN), Convolutional Neural Network (CNN) y Recurrent Neural Network (RNN)	4
<i>Mercadotecnia</i>	Hu & Chen (2016) – Helpfulness model based on prediction models Arora et al. (2019) – KNN Regression y Support Vector Regression Bitiktas & Tuna (2020) – Word-of-Mouth (WOM) psychological motivation	3
<i>Gestión de negocios</i>	Kurnia & Suhajito (2018) – Naive Bayes, SVM y Decision Tree Purohit, Castillo & Pandey (2020) – Serviceability model (Social-EOC)	2
<i>Investigación</i>	Lipizzi et al. (2016) – Semantic clusters y Relation networks Hwa Choi, S. (2019) – Sentiment modeling and the quantification of sentiment indices used in Social Big Board	2

Tabla 4 – Identificación de Modelos de análisis de social media.

4.2. Técnicas y/o herramientas de social media utilizadas en el diseño de Arquitecturas de software

La categoría de Diseño de arquitecturas de Software responde cuáles son las técnicas y/o herramientas de social media. Se identificaron 6 estudios primarios (20%) donde la mayoría de ellos están enfocados al área de Investigación (Tabla 5).

Área de aplicación	Estudios con diseños de arquitecturas	Cantidad
<i>Educación</i>	Raspopović et al. (2016) – Arquitectura orientada a servicios Adinolfi et al. (2016) – Arquitectura orientada a componentes	2
<i>Gestión de negocios</i>	Immonen et al. (2015) – Arquitectura orientada a componentes	1
<i>Investigación</i>	Mushtaq et al. (2018) – Arquitectura en capas Peláez, Martínez & Vargas (2019) – Arquitectura en capas Hayat et al. (2019) – Arquitecturas de aprendizaje profundo	3

Tabla 5 – Número de estudios de la categoría Diseño de arquitecturas de software.

En el diseño de arquitecturas de software se consideró la necesidad de recopilar información de la participación de los usuarios, la transparencia en los datos y el riesgo en la predicción de sentimientos y el análisis de emociones y opiniones (Mushtaq et al., 2018). Raspopović et al. (2016), presenta el diseño y los requisitos tecnológicos de una arquitectura orientada a servicios para la integración de un sistema institucional de e-learning, un sistema de gestión educativa y un entorno de aprendizaje social, centrados en promover la enseñanza y el aprendizaje. Sin embargo, cuenta con un limitado número de usuarios con acceso al conjunto de herramientas y funcionalidades. Por otro lado, Hayat et al. (2019) presenta una arquitectura de Aprendizaje profundo para evaluar y administrar la calidad de los datos en cada fase de procesamiento. La solución propuesta opera en función a los datos en tiempo real de los usuarios, donde la información del cliente se extrae de los datos de las redes sociales para determinar la satisfacción con respecto a la calidad de un producto. Adinolfi et al. (2016), Immonen et al. (2015) y Peláez, Martínez & Vargas (2019) hacen énfasis en la necesidad de diseñar experimentos que permitan comprender mejor cómo determinados estados cognitivos o emocionales provocan o bloquean algún camino de aprendizaje o decisiones de los usuarios.

La categoría de Técnicas y/o herramientas de social media se enfoca en encontrar los procedimientos o recursos empleados para la aplicación de procesos de social media. Así mismo, agrupar las diversas herramientas existentes que apoyan en la implementación de social media en las redes sociales. En la Tabla 6 se especifican las técnicas y herramientas de social media para cada área de aplicación.

Área de aplicación	Técnicas y herramientas de social media	Cantidad
<i>Educación</i>	Shen & Kuo (2015) – Técnicas de minería de análisis de tendencias y sentimientos y massive open online courses (MOOCs) Al-Maatouk et al. (2020) – Task/Technology Fit (TTF) y Technology acceptance model (TAM)	2
<i>Mercadotecnia</i>	Younis, E. (2015) – Package ‘twitter’	1
<i>Gestión de negocios</i>	Arafeh et al. (2020) – Neo4j Graph Platform	1
<i>Investigación</i>	Noor & Haneef (2020) – Hama and Spark tools y Jaql	1

Tabla 6 – Identificación de técnicas y herramientas de social media.

En esta área se reconoce el uso de *massive open online courses* (MOOCs) para extraer la información para los análisis de datos, debido a que la disponibilidad y la popularidad de los servicios de redes sociales, valioso en opiniones, están aumentando las comunidades MOOC y muestran un análisis de sentimientos de los datos de Twitter o Facebook para proporcionar información sustancial sobre las percepciones de los usuarios (Shen & Kuo, 2015). En la literatura, no se identificó un método estándar para extraer y analizar datos de redes sociales. Autores como Noor & Haneef, (2020) y Younis, (2015) se enfocan en desarrollar herramientas de código abierto para minería tanto de texto, como de sentimientos, utilizando el conjunto de paquetes de lenguaje de programación R, el cual es aplicable en diversas redes sociales. Los resultados de los autores coinciden en que los casos de prueba y los resultados experimentales enfatizan la importancia de la definición de la estrategia inicial y la aplicación apropiada de los métodos, para obtener una correcta extracción de conocimientos (Arafeh et al., 2020). La mayoría de los métodos, adaptados desde Minería de datos, Big data o machine learning, apuntan a que social media apoyen las actividades de comercialización de productos o marcas, especialmente durante las primeras etapas de su incorporación en el mercado (Han et al., 2020).

Los procesos descritos son expuestos desde el criterio de los datos en bruto en las redes sociales, para después realizar alguna clasificación determinada por el interés particular del autor. En los diseños de las arquitecturas se ha implementado un proceso de localización de fuentes de información mediante Web crawlers, siempre se hace uso de una red social como servicio de verificación a través de su API, la cual se encuentra integrada en el sistema y posteriormente se analizan los datos utilizando la librería Python NLTK. Expresan que el apoyarse en métodos de Aprendizaje profundo para desarrollar arquitecturas de software ayuda al representar datos en plataformas social media con multidominio, enfocadas en el análisis de comportamiento, análisis de negocios, análisis de sentimientos y la detección de anomalías. Coincidiendo en que la

solución arquitectónica debe permitir insertar nuevas fuentes y conjuntos de datos para la extracción de información, así como nuevas métricas y algoritmos para la evaluación de los datos.

4.5. Análisis del conjunto de artículos

Las implicaciones prácticas y de investigación se relacionan en el aporte de definir un marco de referencia para el desarrollo de software, con arquitecturas de software adecuadas para aprovechar los datos en los social media. La Figura 3 presenta el gráfico de dispersión de puntos que expresa las categorías y áreas de aplicación ordenadas por años. Existe una concentración del 37% dentro de la categoría 2 (Modelos de análisis social media), los cuales el 36.37% se enfocan al área 1 (Educación). Se observó una mayor incidencia en el área 4 (Investigación) con un 40%, independientemente de cual fuera la categoría asignada al estudio. Existen estudios que comparten características tanto en categoría, como en área de aplicación. Esto demostró que, pese a que existen diversos centros de investigación de procedencia de los estudios, existe una congruencia en el interés en un mismo tópico por parte de los diferentes autores. El acumulado en los estudios pertenecientes a los últimos tres años fue del 57%. Se identificó que el 43.33% de los artículos corresponden a los años 2019 y 2020, validando el interés en los enfoques de social media como un tema o línea de investigación actual.

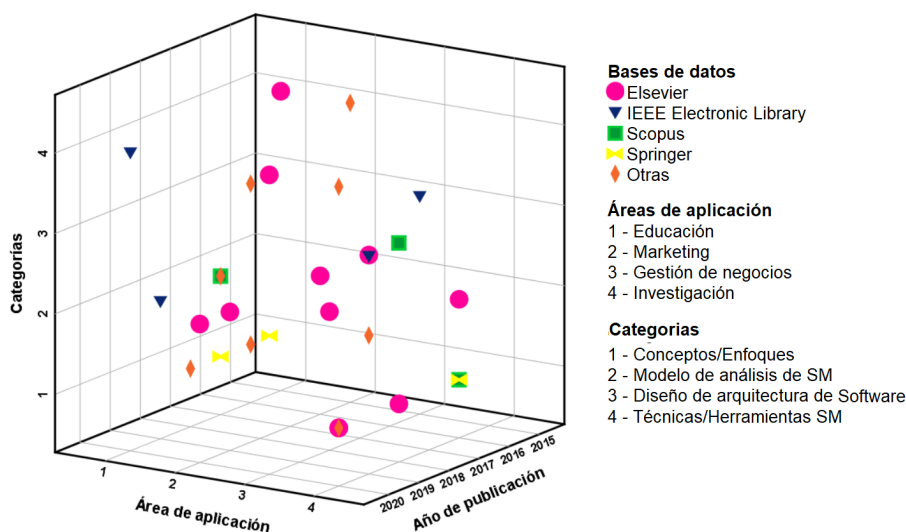


Figura 3 – Gráfico de dispersión de puntos correspondiente a los estudios primarios.

5. Conclusiones

Este estudio reporta los resultados de un mapeo sistemático de literatura sobre las técnicas y herramientas de social media con la integración de arquitecturas de software. Se analizó un conjunto de 30 estudios primarios publicados entre 2015 y

2020 encontrando un panorama teórico y resultados reportados de las prácticas y áreas de aplicación comunes y las categorías planteadas. Se observó el beneficio de adoptar estas técnicas y herramientas, y se detectó que las organizaciones han mostrado un crecimiento en el interés de incorporarlas en sus procesos cotidianos. Sin embargo, aún existen retos en la adopción de éstas. En relación a las limitaciones del estudio, cabe destacar que los resultados se han valorado de forma conjunta, no realizando un análisis multinivel con respecto a las herramientas y técnicas presentadas.

Los trabajos analizados aún están con un criterio orientado al proceso de *Knowledge Discovery in Databases*, propio de Minería de datos, por lo que se identifica la oportunidad para proponer marcos de trabajo, marcos de referencia o metodologías enfocados en social media. En este sentido faltan esquemas de trabajo que apoyen en la orientación y trazabilidad de actividades, y artefactos pertenecientes a un proceso de social media, debido a que no abordan la temática desde el punto de vista de elementos de procesos de software.

Se identificó que las áreas de Mercadotecnia y Gestión de negocios son las de mayor uso, lo que brinda la posibilidad de crear modelos orientados al ámbito de educación para el análisis del comportamiento de los estudiantes al utilizar las redes sociales con fines de aprendizaje. Esto enriquecería la actividad académica, pero sobre todo el brindar información asertiva para la toma de decisiones o el planteamiento de estrategias. Actualmente, se está realizando una investigación sobre la selección y aplicación de algunas técnicas y herramientas de social media para el diseño de una arquitectura de software de una plataforma digital educativa.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado al primer autor.

Referencias

- Adinolfi, P., D'Avanzo, E., Lytras, M. D., Novo-Corti, I., & Picatoste, J. (2016). Sentiment Analysis to Evaluate Teaching Performance. *International Journal of Knowledge Society Research*, 7(4), 86–107. <https://doi.org/10.4018/ijksr.2016100108>
- Al-Maatouk, Q., Othman, M. S., Aldraiweesh, A., Alturki, U., Al-Rahmi, W. M., & Aljeraiwi, A. A. (2020). Task-technology fit and technology acceptance model application to structure and evaluate the adoption of social media in academia. *IEEE Access*, 8, 78427–78440. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2990420>
- Amin, A., & Rajadurai, J. (2018). The Conflict between Social Media and Higher Education Institutions. *Global Business and Management Research: An International Journal*, 10(4).
- Arafeh, M., Ceravolo, P., Mourad, A., Damiani, E., & Bellini, E. (2020). Ontology based recommender system using social network data. *Future Generation Computer Systems*, 115, 769–779. <https://doi.org/10.1016/j.future.2020.09.030>

- Arora, A., Bansal, S., Kandpal, C., Aswani, R., & Dwivedi, Y. (2019). Measuring social media influencer index- insights from facebook, Twitter and Instagram. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 49(2), 86–101. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.03.012>
- Batrinca, B., & Treleaven, P. C. (2015). Social media analytics: a survey of techniques, tools and platforms. *AI and Society*, 30(1), 89–116. <https://doi.org/10.1007/s00146-014-0549-4>
- Bitiktas, F., & Tuna, O. (2020). Social media usage in container shipping companies: Analysis of Facebook messages. *Research in Transportation Business and Management*, 34(February). <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2020.100454>
- Brenes Carranza, J. A., Martínez Porras, A., Quesada López, C. U., & Jenkins Coronas, M. (2020). Sistemas de apoyo a la toma de decisiones que usan inteligencia artificial en la agricultura de precisión. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de La Información*, 28(18), 217–229. <http://risti.xyz/issues/ristie28.pdf>
- Buxarrais, M. R. (2016). Redes sociales y educación Social networks and education. *Education in the Knowledge Society*, 17(2), 15–20.
- Chugh, R., & Ruhi, U. (2018). Social media in higher education: A literature review of Facebook. *Education and Information Technologies*, 23(2), 605–616. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9621-2>
- Diamantini, C., Mircoli, A., Potena, D., & Storti, E. (2019). Social information discovery enhanced by sentiment analysis techniques. *Future Generation Computer Systems*, 95, 816–828. <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.01.051>
- Gonzalez, C., & Munoz, L. (2016). Online Social networks its impact on higher Education: Case Study of Technological University of Panama. *Campus Virtuales*, 5(1), 84–90.
- Goyal, S. J., & Goyal, R. (2020). Social Media Analytics – Challenges during the Data Analysis. *Artificial & Computational Intelligence*, 1(2). https://acors.org/ijacoi/VOL1_ISSUE2_10.pdf
- Gupta, V., & Gupta, M. (2016). Social Media Mining: A New Framework and Literature Review. *International Journal of Business Analytics*, 3(1), 58–68. <https://doi.org/10.4018/IJBAN.2016010104>
- Han, J., Park, D., Forbes, H., & Schaefer, D. (2020). A computational approach for using social networking platforms to support creative idea generation. *Procedia CIRP*, 91, 382–387. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.190>
- Hayat, M. K., Daud, A., Alshdadi, A. A., Banjar, A., Abbasi, R. A., Bao, Y., & Dawood, H. (2019). Towards Deep Learning Prospects: Insights for Social Media Analytics. *IEEE Access*, 7, 36958–36979. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2905101>
- He, Y., Wang, C., & Jiang, C. (2017). Mining Coherent Topics With Pre-Learned Interest Knowledge in Twitter. *IEEE Access*, 5, 10515–10525. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2696558>

- Herrera, H. (2012). Social Networks: A new difusion tool. *Reflexiones*, 91(2), 121–128. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/1513/1521>
- Hu, Y. H., & Chen, K. (2016). Predicting hotel review helpfulness: The impact of review visibility, and interaction between hotel stars and review ratings. *International Journal of Information Management*, 36(6), 929–944. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.06.003>
- Hwa Choi, S. (2019). Development of a Disaster Safety Sentiment Index via Social Media Mining. *Journal of Public Policy and Administration*, 3(1), 29. <https://doi.org/10.11648/j.jpapa.20190301.14>
- Immonen, A., Pääkkönen, P., & Ovaska, E. (2015). Evaluating the Quality of Social Media Data in Big Data Architecture. *IEEE Access*, 3, 2028–2043. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2015.2490723>
- Injadat, M., Salo, F., Nassif, A. B., Injadat, M., Salo, F., & Nassif, A. B. (2016). Data Mining Techniques in Social Media: A Survey. *Neurocomputing*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neucom.2016.06.045>
- Kitchenham, B. (2007). *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Kurnia, P. F., & Suharjito. (2018). Business Intelligence Model to Analyze Social Media Information. *Procedia Computer Science*, 135, 5–14. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.144>
- Lara, T. (2008). La nueva esfera pública: los medios de comunicación como redes sociales. *Telos: Cuadernos de Comunicación e Innovación*, 76, 128–131.
- Lipizzi, C., Dessavre, D. G., Iandoli, L., & Marquez, J. E. R. (2016). Social media conversation monitoring: Visualize information contents of twitter messages using conversational metrics. *Procedia Computer Science*, 80, 2216–2220. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.05.384>
- Liu, H., Morstatter, F., Tang, J., & Zafarani, R. (2016). The good, the bad, and the ugly: uncovering novel research opportunities in social media mining. *International Journal of Data Science and Analytics*, 1(3–4), 137–143. <https://doi.org/10.1007/s41060-016-0023-0>
- Maier, M. W., Emery, D., & Hilliard, R. (2001). Software architecture: Introducing IEEE standard 1471. *Computer*, 34(4), 107–109. <https://doi.org/10.1109/2.917550>
- Martín Blanco, V. (2015). Social Media: Herramientas de gestión para el community manager. In *Fundación Confemetal* (1ra ed., Vol. 1).
- Meng, X., Shi, L., Yao, L., Zhang, Y., & Cui, L. (2020). Herd Behavior in Social Media: The Role of Facebook Likes, Strength of Ties, and Expertise. *Information & Management*, Iii, 124658. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124658>

- Mushtaq, H., Malik, B. H., Shah, S. A., Siddique, U. B., Shahzad, M., & Siddique, I. (2018). Implicit and explicit knowledge mining of Crowdsourced communities: Architectural and technology verdicts. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 9(1), 105–111. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2018.090114>
- Noor, M. N., & Haneef, F. (2020). A Review on Big Data and Social Network Analytics Techniques. *Researchpedia Journal of Computing*, 1(1), 39–49.
- Peláez, J. I., Martínez, E. A., & Vargas, L. G. (2019). Decision making in social media with consistent data. *Knowledge-Based Systems*, 172, 33–41. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2019.02.009>
- Peruta, A., & Shields, A. B. (2017). Social media in higher education: understanding how colleges and universities use Facebook. *Journal of Marketing for Higher Education*, 27(1), 131–143. <https://doi.org/10.1080/08841241.2016.1212451>
- Petersen, K., Vakkalanka, S., & Kuzniarz, L. (2015). Guidelines for conducting systematic mapping studies in software engineering: An update. *Information and Software Technology*, 64, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2015.03.007>
- Purohit, H., Castillo, C., & Pandey, R. (2020). Ranking and grouping social media requests for emergency services using serviceability model. *Social Network Analysis and Mining*, 10(1). <https://doi.org/10.1007/s13278-020-0633-3>
- Ramírez-Alpízar, A., Jenkins, M., Martínez, A., & Quesada-López, C. (2020). Uso de técnicas de minería de datos y aprendizaje automático para la detección de fraudes en estados financieros: un mapeo sistemático de literatura. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de La Información*, (28), 97–109.
- Raspopović, M., Cvetanović, S., Stanojević, D., & Opačić, M. (2016). Software architecture for integration of institutional and social learning environments. *Science of Computer Programming*, 129, 92–102. <https://doi.org/10.1016/j.scico.2016.07.001>
- Rousidis, D., Koukaras, P., & Tjortjis, C. (2020). Social media prediction: a literature review. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9–10), 6279–6311. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08291-9>
- Sabate, F., Berbegal-Mirabent, J., Cañabate, A., & Lebherz, P. R. (2014). Factors influencing popularity of branded content in Facebook fan pages. *European Management Journal*, 32(6), 1001–1011. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2014.05.001>
- Salloum, S. A., Al-Emran, M., Monem, A. A., & Shaalan, K. (2017). A survey of text mining in social media: Facebook and Twitter perspectives. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems*, 2(1), 127–133. <https://doi.org/10.25046/aj020115>
- Shen, C. W., & Kuo, C. J. (2015). Learning in massive open online courses: Evidence from social media mining. *Computers in Human Behavior*, 51, 568–577. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.066>

- Stieglitz, S., Mirbabaie, M., Ross, B., & Neuberger, C. (2018). Social media analytics – Challenges in topic discovery, data collection, and data preparation. *International Journal of Information Management*, 39, 156–168. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.002>
- Tocoglu, M. A., Ozturkmenoglu, O., & Alpkocak, A. (2019). Emotion Analysis from Turkish Tweets Using Deep Neural Networks. *IEEE Access*, 7, 183061–183069. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2960113>
- Ureña, R., Chiclana, F., Melançon, G., & Herrera-Viedma, E. (2019). A social network based approach for consensus achievement in multiperson decision making. *Information Fusion*, 47, 72–87. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2018.07.006>
- Verhoef, P. C., & Lemon, K. N. (2013). Successful customer value management: Key lessons and emerging trends. *European Management Journal*, 31(1), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2012.08.001>
- Wohlin, C., Runeson, P., Höst, M., Ohlsson, M. C., Regnell, B., & Wesslén, A. (2012). *Planning*. In: *Experimentation in Software Engineering*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29044-2_8
- Younis, E. (2015). Sentiment Analysis and Text Mining for Social Media Microblogs using Open Source Tools: An Empirical Study. *International Journal of Computer Applications*, 112(5), 975–8887.

El papel de la confianza en la intención de uso del comercio electrónico

Enrique Ismael Meléndez Ruiz¹, Demian Abrego Almazán².

emelendez23@outlook.com; dabrego@docentes.uat.edu.mx

¹ Doctorando en Ciencias Administrativas, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, 87100, Victoria México.

² Profesor-Investigador de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tamaulipas, 87100, Victoria, México.

DOI: 10.17013/risti.42.30–45

Resumen: El Internet provee de diversas cualidades que hace que los consumidores estén dispuestos a adoptarlo de forma continua como un medio de compra, lo que despierta el interés por entender los factores que lo pueden predisponer, por lo cual el objetivo del presente documento es analizar como la percepción de confianza hacia esta herramienta influye en la intención de adoptar este comportamiento. Los datos fueron recolectados de 354 personas mayores de edad del estado de Tamaulipas, México. Para su análisis se aplicó la técnica estadística de ecuaciones estructurales. Se resalta la importancia de la confianza y la actitud percibida como antecedente de la intención del uso del comercio electrónico en el estado de Tamaulipas. Lo obtenido sirve a las empresas comerciales interesadas en mejorar estrategias de negocios y de tecnologías basadas en la web que les permitan atraer y conservar clientes, sobre todo en coyunturas críticas como la actual pandemia.

Palabras-clave: Comercio electrónico, confianza, actitud, intención de compra.

The role of trust in the intention to use e-commerce

Abstract: The Internet provides several qualities that make consumers willing to adopt it continuously as a means of purchase, which arouses interest in understanding the factors that may predispose them, so the objective of this paper is to analyze how the perception of trust towards this tool influences the intention to adopt this behavior. Data were collected from 354 people over 18 years in the state of Tamaulipas, Mexico. The statistical technique of structural equations was applied for its analysis. The importance of trust and perceived attitude as an antecedent of the intention to use e-commerce in the state of Tamaulipas is highlighted. The results are useful for commercial companies interested in improving business strategies and web-based technologies that allow them to attract and retain customers, especially at critical junctures such as the current pandemic.

Keywords: E-commerce, trust, attitude, purchase intention.

1. Introducción

Las redes de Internet han dejado una huella considerable en los intercambios comerciales durante las últimas décadas al proveer nuevos canales de comunicación, en los cuales las empresas y consumidores interactúan a través de dispositivos tecnológicos, permitiendo a las organizaciones lograr un mayor alcance y penetración, puesto que ofrece diversas cualidades mercantiles para la promoción de productos y servicios, dado que a diferencia del comercio tradicional, el uso de Internet como medio de compra o venta permite reducir considerablemente el obstáculo de la distancia física que existe entre las partes interesadas, así como el tiempo invertido en la adquisición de productos y servicios (Villa, Ramírez y Tavera, 2015). Pero además de permitirles el navegar desde el confort de su hogar, otorga a los usuarios el privilegio de elegir un mercado que satisfaga sus necesidades de una manera personalizada, así como contar con información de rápido acceso sobre productos y servicios que deseen adquirir, es decir, lo empoderó. Lo que ha ocasionado que el comercio electrónico presente un crecimiento exponencial en la última década.

Prueba de ello es la información proporcionada por la AIMX (Asociación de Internet MX), quien resalta que, el realizar transacciones por Internet equivale a un 46% de la actividad de un internauta promedio, a ello se suma que el 61% de los mexicanos han realizado alguna compra digital después de observar alguna publicidad en línea (AIMX, 2019) y la cifras según la misma asociación seguirán al alza. Sin embargo, el comercio electrónico no está libre de inconvenientes a los cuales los usuarios se encuentran expuestos al momento de efectuar transacciones electrónicas, cuestiones que podrían desalentar el uso de estas tecnologías, ejemplo de ello son las relacionadas con la certidumbre sobre la conducta de las empresas, la calidad y garantía de sus productos/servicios ofrecidos, pero también de aspectos económicos, de género, culturales o de resistencia al cambio tecnológico, por mencionar algunos (Grandón, Nasco y Mykytyn, 2011; Venkatesh, Thong y Xu, 2012).

Por lo tanto, entender el por qué los consumidores eligen realizar compras en Internet, su comportamiento en un entorno virtual y tomar la decisión de incluir el comercio electrónico como una parte de su quehacer cotidiano, se ha convertido en un tema de interés para investigadores y profesionales interesados. Puesto que contar con una buena comprensión de este fenómeno, puede ayudar a las empresas a desarrollar estrategias para atraer nuevos clientes o retener a los ya existentes, pero a su vez generar mayor margen de competitividad contra sus rivales, sobre todo si estas se encuentran en tiempos de contingencia. Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar como la confianza influye en el nivel de intención conductual por adoptar el comercio electrónico por parte de clientes actuales y potenciales del estado de Tamaulipas, México. En las siguientes secciones se revisa la literatura sobre el tema, después se postulan el modelo de investigación y las hipótesis. Posteriormente se describe la metodología utilizada y la exposición de los resultados, para finalmente presentar las principales aportaciones, limitaciones y futuras líneas de investigación.

2. Bases teóricas

Uno de los modelos más robustos que ha demostrado una alta efectividad para medir el comportamiento humano con respecto a la adopción de algún tipo de tecnología, es el llamado Modelo de Aceptación Tecnológica (Technology Acceptance Model, TAM) (Muchran y Ahmar, 2019), pues ha sido aplicado en una gran variedad de entornos tecnológicos, por ejemplo, ha sido empleado para analizar la aceptación de diversos sistemas de información como las bibliotecas móviles (Rafique et al., 2020), plataformas digitales para transacciones (Wu, Liu y Huang, 2017), educación a distancia (Wu y Chen, 2017), redes sociales (Aldape, Abrego y Quintero, 2016), entre otros. De ahí que se haya convertido en un referente para estudiar este tipo de temas, puesto que es altamente utilizado por su capacidad de predicción (Hansen, Saridakis y Benson, 2018; Ros et al., 2015) y por haber probado tener constructos confiables y válidos (Besbes et al., 2016; Wu y Chen, 2017).

De acuerdo con Davis (1989), el TAM está compuesto por cuatro constructos. El primero por comentar es la facilidad de uso, el cual define la percepción que las personas tienen de que al utilizar una tecnología esta será libre de esfuerzo, otro es la utilidad percibida, con el cual se desea medir el grado en que una persona cree que al emplearla mejorará su rendimiento en un determinado contexto; en tercer término esta la actitud, es decir, la predisposición que tiene un individuo de realizar un comportamiento en particular; y finalmente la variable intención, la cual es medida como la determinación de una persona por adoptar un comportamiento específico. Asimismo, establece que la facilidad de uso y la utilidad percibida pueden afectar en la actitud predispuesta de usar una tecnología en particular. También, menciona que la misma actitud percibida puede influir sobre la intención conductual, y finalmente, esta última predeciría el uso actual de dicha tecnología (Davis, 1989; Aldape et al., 2016).

Pero una de las mejores cualidades que ofrece el TAM es la facilidad de poder extenderlo a través de la adición de uno o más elementos externos (Rauniar, Rawski, Yang, y Johnson, 2014), por ello diversos estudios toman esta cualidad con el fin de obtener un mayor grado de confiabilidad (Akman y Mishra, 2015; Al-Rahmi et al., 2019; Isaac et al., 2017; Muchran y Ahmar, 2019; Sharma y Sharma, 2019; Park et al., 2017) y atender así limitaciones que pudiera tener, explicando de forma más holística los fenómenos estudiados (Venkatesh et al., 2012).

Por todo ello, en la presente investigación se toma como base al TAM para desarrollar el modelo teórico propuesto, pues se ha demostrado empíricamente que si un usuario ve en un sitio web de venta en línea beneficios, funcionalidad, facilidad de aprender y operar elevará su intención por usar la tecnología en cuestión (Martínez-López, et al., 2015; Park et al., 2017; Rauniar et al., 2014; Tavera y Londoño, 2014). No obstante, se adiciona la variable externa confianza al modelo, puesto que con base a estudios previos realizados en economías avanzadas se ha determinado que puede influir de forma relevante en dicho comportamiento (Hansen et al., 2018; Sfenrianto, Wijaya y Wang, 2018; Matemba y Li, 2018). En la Figura 1 se muestra el modelo de investigación propuesto.

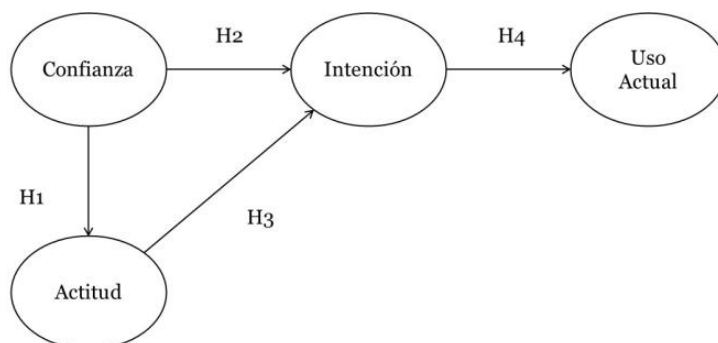


Figura 1 – Modelo de investigación propuesto.

En cuanto a las relaciones causales propuestas en el modelo de la Figura 1, en primera instancia se aborda lo relacionado con la variable confianza percibida, la cual se puede definir como la certeza que percibe un individuo de que sus expectativas comerciales serán satisfechas y que el asociado cumplirá con sus contratos y promesas (Gefen, Rao y Tractinsky, 2003). En este sentido la variable confianza también ha sido evaluada en una variedad de estudios mediante indicadores relacionados a aspectos tales como: confianza en el vendedor, seguridad financiera, interés, riesgo percibido (Bashir et al., 2018; Sfenrianto et al., 2018; Tavera y Londoño, 2014). Esto debido a que el comercio electrónico presenta ciertas desventajas frente al comercio tradicional, entre ellas las relacionadas a la información personal y financiera de los clientes, ya que muchos usuarios se muestran reacios a proporcionar datos personales en línea porque no confían en la seguridad de los sitios Web (Kim, Chung y Lee, 2011), por lo que la sensación de seguridad que perciben los usuarios acerca de la integridad del sitio Web y sus procesos de ventas es de particular relevancia para mantener la lealtad del cliente y asegurar la ejecución de este comportamiento.

Ahora bien en cuanto a su relación con la actitud, diversos estudios que han analizado el fenómeno del comportamiento humano y la adopción de tecnologías han determinado que la confianza se considera como un predictor de la actitud por usar (Hansen et al., 2018; Tavera, Sánchez y Ballesteros, 2011), puesto que, si un individuo percibe una fuerte predisposición sobre adquirir productos o servicios en Internet, es posible que sea más propenso a confiar en este tipo de sitios Web y por ende adopte la conducta (Benson, Saridakis y Tennakoon, 2015; Hansen et al., 2018). De igual forma el estudio de Tavera et al. (2011) identificaron a la confianza como uno de los elementos con mayor efecto hacia la actitud predispuesta de la adopción tecnológica.

Por otro lado, en cuanto a la relación que tiene la confianza como efecto predictor de la intención percibida, esta interacción ha sido estudiada en trabajos empíricos relacionados con la aceptación tecnológica de diversos sistemas de información aplicados a diferentes contextos, como en los trabajos de Hansen et al. (2018), Kim, Xu y Gupta (2012), Rauniar et al. (2014) y Villa et al. (2015), en los cuales analizan el comportamiento humano

de adoptar redes sociales para realizar transacciones comerciales y en todos se puede destacar una relación positiva y significativa.

Asimismo, en los estudios de Agag y El-Masry (2017) y Cabrera-Sánchez et al. (2020) en los cuales analizaron la influencia de la confianza y el valor percibido sobre la intención de uso, en el cual determinaron que la seguridad percibida forma una parte integral de la percepción de confianza, en lo que respecta a la preocupación de privacidad de la información durante transacciones en línea, las investigaciones mencionadas logran estipular que la confianza es un elemento compuesto de varias aristas que podrían determinar la adopción de plataformas digitales especializadas en la interacción humana, y más aún aquellas que involucran transacciones monetarias.

Lo anterior permite destacar la importancia que tiene la confianza respecto a la intención de adoptar el comercio electrónico para las empresas, dado que diseñar un sitio Web, enfatizando en los procesos de venta, pagos y logística, considerando la protección a la integridad del cliente respecto a su información financiera y entrega óptima de sus productos o servicios, podría precisar si una persona manifiesta una actitud positiva, o el estar dispuesto a adoptar esta conducta. Por ello, se exponen las primeras dos hipótesis.

H1. La confianza percibida tiene un efecto positivo y significativo en la actitud predispuesta hacia el comercio electrónico.

H2. La confianza percibida tiene un efecto positivo y significativo sobre la intención de adoptar el comercio electrónico.

Por otra parte, la relación que tiene la actitud predispuesta hacia la intención percibida se demuestra con plenitud en estudios como el de Akman y Mishra (2015), en el cual examinan la diversidad entre el sector público y privado en la adopción de tecnologías verdes utilizando el TAM, destacando que la actitud percibida es uno de los indicadores que mayor influencia tiene sobre la intención de uso. Además, esta relación se ha estudiado en investigaciones que examinan el comportamiento humano aplicando modelos similares al TAM que muestran una relación significativa, así como que la actitud es un factor antecedente de la intención conductual de adoptar un comportamiento como el comercio electrónico (Manis y Choi, 2019; Scherer, Siding y Tondeur, 2019).

En este sentido la actitud ha sido cuantificada empíricamente a través de los siguientes factores: predisposición, actitud futura, recomendación y beneficios (Aldape et al., 2016; Mishra, 2018; Park et al., 2017), puesto que mientras más favorable sea la actitud hacia un determinado comportamiento, en base a los beneficios que se podrían obtener, más fuerte será la intención de adoptarlo. Lo anterior deja notoria la relevancia que tiene la variable actitud en la intención, dado que asegurar que una persona manifieste su interés en un sitio Web de comercio electrónico, es de utilidad para las empresas para poder adquirir nuevos clientes. Por ello se detona la siguiente hipótesis.

H3: La actitud percibida tiene un efecto positivo y significativo sobre la intención de adoptar el comercio electrónico.

Con respecto al constructo intención percibida, este ha sido evaluado a través de los indicadores: Utilizar en un futuro, recomendar, percepciones positivas, y estar de

acuerdo en comprar (Aldape et al., 2016; Dezdar, 2016; Hansel et al., 2018). Además, diversos estudios la consideran como un antecedente inmediato del uso continuo de tecnologías, tal y como en el trabajo de Sharma y Sharma (2019), en el que utilizaron una adaptación del TAM para analizar el uso actual de la banca en línea, en donde detectaron que la variable intención es un determinante del uso recurrente de estas tecnologías. Esta relación (intención – uso) también ha sido confirmada en las investigaciones de Farooq et al. (2017), Rauniar et al. (2017) y Merandu, Makudza y Ngwenya (2019) todas aplicando una versión del TAM.

Lo anterior permite destacar la importancia que tiene la intención percibida respecto al uso del comercio electrónico, ya que, si bien este no es un sinónimo del uso actual, se ha comprobado que es uno de sus predictores más significativos (Tao, 2009), por lo que se infiere que cuando un usuario se involucra en una actividad con el comercio electrónico y experimenta los beneficios sin inconsistencias, la intención futura conduce a una actividad recurrente. Por ello, se detona la siguiente hipótesis.

H4: La intención percibida hacia el comercio electrónico tiene un efecto positivo y significativo sobre la idea de utilizarlo recurrentemente.

3. Método

El procedimiento seguido para alcanzar el objetivo planteado consistió en lo siguiente: primeramente, se efectuó una revisión de la literatura especializada con relación a la adopción y uso de Internet como herramienta de compra que permitiera fundamentar y argumentar las hipótesis planteadas. Paso seguido, se desarrolló un cuestionario para recolectar los datos necesarios para el análisis empírico, su diseño se cimenta en estudios previos aplicados con éxito. Que para el caso particular de la variable confianza percibida son de Hansen et al. (2018) y Kim, Ferrin y Rao (2008) y tiene como medidas determinar si el sitio web es fiable, entrega de productos oportuna, protección de información financiera. Mientras que para la variable actitud se asientan de los estudios de Aldape et al. (2016), Mishra (2018) y Park et al. (2017) y miden aspectos actuales y futuros relacionados con la recomendación, predisposición, beneficios y disfrute por el uso de este tipo de herramienta. En cuanto al constructo intención, el cual tuvo el fin de evaluar las actividades, participaciones y recomendaciones futuras, así como su uso continuo son de los trabajos de Hansen et al. (2018), Park et al. (2017) y Rauniar et al. (2014). Finalmente se comenta que para la variable uso actual (Recurrencia, actividad promedio) fueron con base a Aldape et al. (2016), Farooq et al. (2017) y Rauniar et al. (2014).

Una vez elaborado el primer borrador del cuestionario se envió a expertos en el área para su revisión y ajuste, el resultado final fue un cuestionario conformado por dos secciones, una para datos generales (5 preguntas) y otra con ítems cerrados (17) en una escala de Likert de 5 puntos, donde 1 significa totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Ahora bien, para los sujetos de investigación se consideraron clientes actuales y potenciales del comercio electrónico mayores de 18 años del estado de Tamaulipas, México. En cuanto al proceso de recolección de datos, este fue de manera no probabilística y a conveniencia durante el primer trimestre del 2020. El total recolectado de cuestionarios fue de 354. Por último, la técnica utilizada para la generación de los

resultados estadísticos fue con base en el modelado de ecuaciones estructurales a través del paquete estadístico AMOS 24, en donde se evaluó el modelo de medida y el ajuste de este, para con ello proceder a comprobar el estructural.

4. Análisis de resultados

Después de aplicar el cuestionario y contabilizar los datos, los resultados revelan que la muestra se conformó por 148 hombres (41.8%) y 206 mujeres (58.2%), de los cuales el 62% provienen de la zona centro del estado (Cd. Victoria y Cd. Mante), mientras que un 33% de la zona sur (Tampico, Madero y Altamira), variando en edades entre 18 y 65 años, siendo el grupo dominante de 18 a 30 con un 48%, seguido del rango 31 a 40 años (28%). En cuanto al nivel socioeconómico, se detectó que el mexicano obtiene un ingreso promedio de entre \$6,000 a \$9,000 pesos mexicanos. Por otro lado, los principales medios de pagos utilizados para efectuar compras por Internet son las tarjetas de débito y crédito con un 32% y 27% respectivamente, seguido de los depósitos bancarios con un 20% y 15% para los servicios intermediarios, indicando que la población de estudio cuenta con los métodos de pago y solvencia económica suficiente para realizar este tipo de operaciones.

El análisis de resultados consistió primero en determinar la eficacia del modelo de medida, para posteriormente continuar con la contrastación de las relaciones causales propuestas en el modelo. Para ello se comenzó con la comprobación de las cargas estandarizadas de los indicadores, los cuales deben contar con un valor superior a 0.7 (Hair et al., 2010) de lo contrario se debe pensar en su eliminación, que para el caso particular fueron 4 los excluidos (ACT1, CONF5, IC3, UA3), la Tabla 1 muestra los ítems que superan dicho parámetro.

Con respecto a la fiabilidad de los constructos utilizados en el modelo, se determina que son óptimos, dado que los valores alcanzados a través de la fiabilidad compuesta (fc) fueron superiores a los recomendados (mayores a 0.7), mientras que para la validez convergente los valores obtenidos en el indicador denominado varianza media extraída (AVE) superan el límite recomendado de 0.5 (ver Tabla 1).

Paso seguido se calculó la validez discriminante a través del análisis HTMT propuesto por Henseler, Ringle y Sarstedt (2015), el cual es más preciso que el planteado por Fornell y Larcker en 1981. El umbral establecido por HTMT es de valores menores a 0.85. Los valores obtenidos en la Tabla 2 muestran que se cumple con el criterio asegurando con ello la validez discriminante de las medidas utilizadas.

Continuando con el análisis de los datos, ahora toca lo relacionado con el modelo estructural. No obstante, es conveniente primero ver lo referente al ajuste de modelo. La razón X^2/gl ($152.68/73$ y $p < 0.05$) da un valor de 2.092. En cuanto a los índices de ajuste incremental, tanto el Comparative Fit Index (CFI) como el Normed Fit Index

(NFI) muestran valores superiores o iguales a 0.95. Mientras que los índices de ajuste absoluto, el Good-of-Fit Index (GFI) da un valor de 0.944 y Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) expone un valor de 0.56, lo anterior se muestra en la Tabla 3 y como se observa el resultado se puede considerar aceptable con base a lo establecido por Browne y Cudeck (1992) y Hu y Bentler (1995; 1999).

Ítems	Carga	Pregunta	<i>fc</i>	<i>AVE</i>
<i>ACT2</i>	0.79	Comprar por Internet idea inteligente.	0.83	0.57
<i>ACT3</i>	0.86	Disfrute de comprar por Internet.		
<i>ACT4</i>	0.78	beneficios de comprar por internet.		
<i>ACT5</i>	0.85	Confianza para hacer compras por Internet por mí mismo	0.89	0.68
<i>CONF1</i>	0.82	Permite elegir/ahorrar mejor.		
<i>CONF2</i>	0.84	Impresión de que cumplen promesas y compromisos.		
<i>CONF3</i>	0.88	Entregan los productos/servicios en tiempo y forma.		
<i>CONF4</i>	0.76	Protegen información personal.	0.76	0.53
<i>IC1</i>	0.89	Planeo comprar en los 6 próximos meses.		
<i>IC2</i>	0.93	Planeo adoptar el hábito de comprar por internet.		
<i>IC4</i>	0.77	Recomendación de compra por internet a otras personas.	0.90	0.76
<i>UA2</i>	0.89	Frecuencia de compra en internet.		
<i>UA1</i>	0.73	Tiempo utilizando para comprar en internet.		

Tabla 1 – Cargas estandarizadas

Variables	CONF	ACT	UA	IC
Confianza (CONF)	N.A.			
Actitud (ACT)	0.71	N.A.		
Uso Actual (UA)	0.44	0.46	N.A.	
Intención (IC)	0.70	0.78	0.57	N.A.

Tabla 2 – Validez convergente y discriminante (Criterio HTMT)

En cuanto al valor explicativo del modelo, lo obtenido indica que para la variable uso actual fue de 0.35, mientras que para la intención fue del 0.62, es decir, un 35% y 62% de su variabilidad de cada una fue explicada por sus variables precedentes tanto de

forma separa (confianza → actitud) como combinada (confianza y actitud → intención), lo cual deja ver en la intención que soy muy relevantes para su definición. Según Chin (1998) un valor del coeficiente de determinación (R^2) de 0.67 se puede considerar como sustancial, un 0.33 como moderado y un 0.19 como débil, por lo que, a partir de este criterio se puede decir que el valor explicativo del modelo es moderado, lo que permite inferir que es adecuado para el estudio actual (Tabla 4).

Medida de bondad	Indicador	Niveles de ajuste aceptable	Resultados obtenidos	Aceptabilidad
De ajuste	CMIN P value	CMIN = doble de los grados de libertad P value = >.05	152.68/ 73 P value=0.000	Aceptable Marginal
	RMSEA	< 0.08	0.056	Aceptable
	RMR	Cerca de 0	0.063	Aceptable
	PClose	> 0.05	0.220	Aceptable
Incremental	CFI	> 0.90	0.965	Aceptable
	NFI	> 0.90	0.940	Aceptable
	TLI	> 0.90	0.967	Aceptable
De parsimonia	CMIN/DF	>1 y < 3	2.092	Aceptable

Tabla 3 – Medidas de bondad de ajuste

Coefficientes R ²	Estimado
Actitud	0.42
Intención Compra	0.62
Uso Actual	0.35

Tabla 4 – Coeficientes de determinación

Por último, se procedió al cálculo de los coeficientes estandarizados de las relaciones path establecidas en el modelo. Como se puede observar en la Tabla 5, al evaluar el efecto de la confianza sobre la actitud predispuesta y la intención, ambas hipótesis fueron estadísticamente aceptadas (H1 y H2). Los hallazgos coinciden con la revisión de literatura (Hansen et al., 2018), la cual afirma que mientras exista una positiva percepción de confianza en los sitios Web de comercio electrónico, las personas serán más propensas a desarrollar una actitud positiva hacia esta conducta, y a partir de este pensamiento, generar una fuerte intención de realizar compras por Internet.

No obstante, se puede apreciar que la interacción entre confianza e intención (H2) es de una magnitud menor en comparación con la confianza y la actitud (H1), lo cual coincide con una variedad de estudios (Martínez-López et al., 2015; Rauniar et al., 2014; Tavera

y Londoño, 2014), puesto que estudiaron diferentes áreas del comportamiento humano ante la adopción de las tecnologías, detectando esta situación, quizá como consecuencia del avance tecnológico relacionado con la ciberseguridad, ya que las empresas han incluido intermediarios (p. ej. Paypal, Mercado Pago, Amazon Wallet, entre otros) para mayor conformidad de los usuarios, disminuyendo la incertidumbre que genera el efectuar cualquier actividad comercial.

Hipótesis				Estimado para el coeficiente β	CR	P	Comentario
H1	Confianza	→	Actitud	0.645	10.790	***	Aceptada
H2	Confianza	→	Intención	0.245	4.215	***	Aceptada
H3	Actitud	→	Intención	0.607	9.563	***	Aceptada
H4	Intención	→	Uso Actual	0.594	9.141	***	Aceptada
Notas: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$; ns: no significativo							

Tabla 5 – Evaluación de las hipótesis de la investigación

Por otro lado, también se puede considerar el aspecto cultural, ya que mientras más jóvenes sean los usuarios, menos importancia les dará el analizar las políticas de seguridad, hasta que caen en la necesidad de consultarlas (Broeder, 2020) o cuando caen víctimas de alguna incongruencia en sus compras, por lo que podría ser de interés para las empresas el tratar de hacer notar más sus políticas de protección al cliente y de esta manera ganar su confianza.

A su vez, se determinó que la actitud de predisposición hacia la adopción del comercio electrónico también influye de manera positiva a la intención de uso del mismo, como se observa en la hipótesis H3, lo cual va en concordancia con una serie de investigaciones en las que aplican la relación en diferentes áreas del comportamiento, lo que demuestra que la actitud es un elemento crucial para la adopción tecnológica, por lo tanto, si las empresas optaran por generar un mayor alcance en cuanto al acceso y la seguridad, es decir, más confianza sobre sus sitios web, podrían obtener una mayor gama de posibles clientes (Dezdar, 2016; Martínez-López et al., 2015).

En cuanto a la intención de uso y el acto recurrente de seguir usando el Internet como medio de compra (hipótesis H4), se determinó que la relación es alta y significativa ($\beta = 0.594$, $p < .001$). Por lo tanto, se considera a la intención como un antecedente y un factor relevante entre los efectos ejercidos por las diversas percepciones (utilidad, confianza, actitud) y su aplicación final por parte del individuo, quizás derivado por la tecnología actual que permite construir sitios Web fáciles de usar. Así como por la implementación de cuestiones de carácter administrativo y de logística que permiten la transparencia en los procesos de entrega (monitoreo) que aseguren la llegada oportuna de productos, provocando que la actividad comercial sea placentera y segura en las personas, y por consiguiente, generar un sentimiento

de lealtad hacia la empresa, resultado similar al trabajo de Hansen et al. (2018) en el que detectaron que un aumento de confianza reduce la percepción de riesgo en transacciones en línea, y que a su vez funciona como un predictor robusto de la intención percibida, lo cual impulsa su uso continuo que en determinado momento se puede convertir en una lealtad hacia el prestador del servicio, del sitio web o del propio fabricante.

5. Conclusiones y limitaciones

La presente investigación tuvo por objetivo analizar el efecto de la percepción de confianza hacia la adopción del comercio electrónico en consumidores finales y potenciales del estado de Tamaulipas, México. Para alcanzarlo se realizó una revisión de la literatura, la cual deja ver que el comercio electrónico es un término que se ha ido desarrollando con la evolución de las tecnologías, pero que no se le ha puesto la suficiente atención en aspectos del comportamiento humano ante la adopción tecnológica en economías emergentes como la de México, ya que las personas no adoptan este tipo de actividades basadas únicamente en el precio o características de los productos o servicios por adquirir, sino también en la seguridad que perciben del negocio en base a que los productos que ordenaron se envíen en tiempo y forma, que cuentan con el respaldo de la empresa o intermediador para poder gestionar garantías sin dificultad o costo, además de asegurar la integridad de su información personal y financiera tras concluir una transacción comercial.

Los hallazgos obtenidos indican que una positiva percepción de confianza por parte del usuario favorece el desarrollo de una actitud y que esta podría manifestarse como el comportamiento en sí. Asimismo, lo obtenido permitió ratificar la línea de influencia del elemento de confianza percibida como determinante de la actitud y la intención percibida, demostrando que no deben ser menospreciados por las empresas que operan especialmente en el comercio electrónico.

En particular, resulta interesante la relación constatada entre la confianza percibida y la actitud, lo cual permite intuir que una buena percepción de confianza sobre los sitios web, respecto a sus políticas de seguridad detonaría una actitud positiva hacia el comercio electrónico. No obstante, el resultado podría ser debido a la gran brecha en las habilidades tecnológicas y de empoderamiento de las generaciones actuales, que ha disminuido hasta cierto grado la incertidumbre al tener mayor conciencia sobre su información personal, por lo que las empresas que dependen en gran medida de sus ventas por Internet, deben considerar su promoción de tal manera que a las personas que no sean hábiles tecnológicamente hablando puedan sentirse seguras, ya que siguen conformando un vasto segmento de mercado que no puede ignorarse.

Lo anterior implica que las empresas deben preocuparse por la generación de confianza ante sus clientes actuales y potenciales, y más aún debido a la situación sanitaria en que se vive actualmente puesto que en estas épocas de distanciamiento social, el comercio electrónico puede ayudar a mantener a flote a los negocios que ya no pueden operar en el mercado tradicional. Las plataformas comerciales con mayor experiencia han utilizado intermediarios como Paypal y Mercado Pago, lo que ha logrado favorecer la percepción

de seguridad financiera del cliente. Sin embargo, aún queda la parte que corresponde a la logística del producto, por lo que se debe considerar desarrollar e implementar procesos más transparentes en cuanto al envío y monitoreo de productos por parte del cliente, además de diseñar los sitios web de tal manera que los usuarios puedan reclamar más fácilmente incongruencias en sus pedidos en caso de que así lo requiera.

Finalmente, esta investigación tuvo limitaciones que deben ser considerados. Primero lo relacionado con la información, puesto que fue recolectada en un solo momento en el tiempo, además de que evalúa la percepción de usuarios del tipo cliente/consumidor. Segundo, el estudio fue aplicado en una zona geográfica de México en específico. Por lo anterior, los resultados pueden diferir si se aplica en otras partes del país o del mundo, y en diferentes periodos de tiempo. Para futuras investigaciones relacionadas a este tema, se sugiere la utilización de otras variables vinculadas a la percepción de riesgos o incertidumbre a la tecnología, ya que estas podrían ser consideradas como barreras ante la adopción del comercio electrónico. así como analizar la posible influencia de aspectos tales como el sexo o la edad en el modelo propuesto.

Referencias

- AIMX (2019). Estudio Comercio Electrónico en México 2015. https://irp-cdn.multiscreensite.com/81280eda/files/uploaded/15%2BEstudio%2Bsobre%2Blos%2BHabitos%2Bde%2Blos%2BUsuarios%2Bde%2BInternet%2Ben%2BMe_xico%2B2019%2Bversio_n%2Bpu_blica.pdf
- Agag, G. M., & El-Masry, A. A. (2017). Why Do Consumers Trust Online Travel Websites? Drivers and Outcomes of Consumer Trust toward Online Travel Websites. *Journal of Travel Research*, 56(3), 347–369. <https://doi.org/10.1177/0047287516643185>
- Akman, I. & Mishra, A. (2015). Sector diversity in green information technology practices: technology acceptance model perspective. *Computers in human behavior*, 49, 477-486. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.009>
- Aldape, K., Abrego, D., & Quintero, J. (2016). Análisis de la percepción de uso de las redes sociales como herramienta de marketing en las MiPYMES de Tamaulipas, México. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (18), 49-65. <https://doi.org/10.17013/risti.18.49-65>
- Al-Rahmi, W. M., Yahaya, N., Aldraiweesh, A. A., Alamri, M. M., Aljarboa, N. A., Alturki, U., & Aljeraiwi, A. A. (2019). Integrating technology acceptance model with innovation diffusion theory: An empirical investigation on students' intention to use E-learning systems. *IEEE Access*, 7, 26797-26809.
- Bashir, S., Anwar, S., Awan, Z., Qureshi, T. W., & Memon, A. B. (2018). A holistic understanding of the prospects of financial loss to enhance shopper's trust to search, recommend, speak positive and frequently visit an online shop. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 42, 169–174. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.02.004>

- Benson, V., Saridakis, G., & Tennakoon, H. (2015). Information disclosure of social media users: Does control over personal information, user awareness and security notices matter? *Information Technology and People*, 28(3), 421-446. <https://doi.org/10.1108/itp-10-2014-0232>
- Besbes, A., Legohérel, P., Kucukusta, D., & Law, R. (2016). A cross-cultural validation of the tourism web acceptance model (T-WAM) in different cultural contexts. *Journal of International Consumer Marketing*, 28(3), 211-226. <https://doi.org/10.1080/08961530.2016.1152524>
- Broeder, P. (2020). Culture, Privacy, and Trust in E-commerce. *Marketing from Information to Decision Journal*, 3(1).
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). Alternative ways of assessing model fit. *Sociological Methods & Research*, 21(2), 230-258.
- Cabrera-Sánchez, J. P., Gil-Cordero, E., & Alves, H. M. B. (2020). Factores que afectan a la adopción y uso de la APP de AIRBNB. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (E34), 183-205.
- Chin, W. W. (1998). Commentary: Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly*, 22(1), 7-16. www.jstor.org/stable/249674
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dezdar, S. (2016). Green information technology adoption: influencing factors and extension of theory of planned behavior. *Social Responsibility Journal*, 13(2), 292-306. <https://doi.org/10.1108/srj-05-2016-0064>
- Farooq, M. S., Salam, M., Jaafar, N., Fayolle, A., Ayupp, K., Radovic-Markovic, M., & Sajid, A. (2017). Acceptance and use of lecture capture system (LCS) in executive business studies. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(4), 329-348. <https://doi.org/10.1108/itse-06-2016-0015>
- Gefen, D., Rao, V. S. & Tractinsky, N. (2003). The conceptualization of trust, risk and their electronic commerce: The need for clarifications. *36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*. <https://doi.org/10.1109/hicss.2003.1174442>
- Grandón, E. E., Nasco, S. A. & Mykytyn, P. P. (2011). Comparing theories to explain e-commerce adoption. *Journal of Business Research*, 64(3), 292-298. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.11.015>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis: International version*. New Jersey, Pearson.
- Hansen, J. M., Saridakis, G., & Benson, V. (2018). Risk, trust, and the interaction of perceived ease of use and behavioral control in predicting consumers' use of social media for transactions. *Computers in Human Behavior*, 80, 197-206. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.11.010>

- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A New Criterion for Assessing Discriminant Validity in Variance-based Structural Equation Modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43 (1), 115–135. <https://doi.org/10.1007/s11747-014-0403-8>
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1995). *Evaluating model fit. En R. H. Hoyle (Ed.). Structural equation modeling: Concepts, issues and applications* (pp. 76-99). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55.
- Isaac, O., Abdullah, Z., Ramayah, T., & Mutahar, A. M. (2017). Internet usage within government institutions in Yemen: An extended technology acceptance model (TAM) with internet self-efficacy and performance impact. *Science International*, 29(4), 737-747.
- Kim, D. J., Ferrin, D. L., & Rao, H. R. (2008). A trust-based consumer decision-making model in electronic commerce: The role of trust, perceived risk, and their antecedents. *Decision support systems*, 44(2), 544-564. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2007.07.001>
- Kim, H., Xu, Y., & Gupta, S. (2012). Which is more important in Internet shopping, perceived price or trust? *Electronic Commerce Research and Applications*, 11(3), 241–252. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2011.06.003>
- Kim, M. J., Chung, N., & Lee, C. (2011). The effect of perceived trust on electronic commerce: Shopping online for tourism products and services in South Korea. *Tourism Management*, 32(2), 256-265. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2010.01.011>
- Manis, K. T., & Choi, D. (2019). The virtual reality hardware acceptance model (VR-HAM): Extending and individuating the technology acceptance model (TAM) for virtual reality hardware. *Journal of Business Research*, 100, 503-513. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.10.021>
- Martínez-López, F. J., Esteban-Millat, I., Cabal, C. C., & Gengler, C. (2015). Psychological factors explaining consumer adoption of an e-vendor's recommender. *Industrial Management & Data Systems*, 115(2), 284–310. <https://doi.org/10.1108/imds-10-2014-0306>
- Matemba, E. D., & Li, G. (2018). Consumers' willingness to adopt and use WeChat wallet: An empirical study in South Africa. *Technology in Society*, 53, 55–68. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2017.12.001>
- Merandu, E. E., Makudza, F., & Ngwenya, S. N. (2019). Predicting students' intention and actual use of E-learning using the technology acceptance model: A case from Zimbabwe. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 18(6), 110-127. <https://doi.org/10.26803/ijlter.18.6.7>

- Mishra, M. (2018). For Indian online shoppers, have saying and doing parted ways? *Psychology and Marketing*, 35(1), 5–19. <https://doi.org/10.1002/mar.21067>
- Muchran, M., & Ahmar, A. S. (2019). Application of TAM model to the use of information technology. *International Journal of Engineering and Technology*, 7(2), 37–40. <https://arXiv:1901.11358>.
- Park, E., Cho, Y., Han, J., & Kwon, S. J. (2017). Comprehensive approaches to user acceptance of Internet of Things in a smart home environment. *IEEE Internet of Things Journal*, 4(6), 2342–2350. <https://doi.org/10.1109/jiot.2017.2750765>
- Rafique, H., Almagrabi, A. O., Shamim, A., Anwar, F., & Bashir, A. K. (2020). Investigating the acceptance of mobile library applications with an extended technology acceptance model (TAM). *Computers & Education*, 145, 103732. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103732>
- Rauniar, R., Rawski, G., Johnson, B., & Yang, J. (2014). Technology acceptance model (TAM) and social media usage: an empirical study on Facebook. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(1), 6–30. <https://doi.org/10.1108/jeim-04-2012-0011>
- Ros, S., Hernández, R., Caminero, A., Robles, A., Barbero, I., ... Holgado, F. P. (2015). On the use of extended TAM to assess students' acceptance and intent to use third-generation learning management systems. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1250–1271. <https://doi.org/10.1111/bjet.12199>
- Scherer, R., Siddiq, F., & Tondeur, J. (2019). The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers' adoption of digital technology in education. *Comput. Educ.*, 128, 13–35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>
- Sfenrianto, S., Wijaya, T., & Wang, G. (2018). Assessing the buyer trust and satisfaction factors in the E-marketplace. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 13(2), 43–57. <https://doi.org/10.4067/s0718-18762018000200105>
- Sharma, S. K., & Sharma, M. (2019). Examining the role of trust and quality dimensions in the actual usage of mobile banking services: An empirical investigation. *International Journal of Information Management*, 44, 65–75. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2018.09.013>
- Tao D. (2009). Intention to use and actual use of electronic information resources: further exploring Technology Acceptance Model (TAM). *AMIA Symposium*, 2009, 629–633.
- Tavera, J., & Londoño, B. (2014). Factores determinantes de la aceptación tecnológica del e-commerce en países emergentes. *Revista Ciencias Estratégicas*, 22(31), 101–119.

- Tavera, J., Sánchez, J., & Ballesteros, B. (2011). E-commerce acceptance in Colombia: a study for Medellín city. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y reflexión*, 19(2), 9-23.
- Venkatesh, V., Thong, J., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157–178. <https://doi.org/10.2307/41410412>
- Villa, A., Ramírez, K., & Tavera, J. (2015). Antecedentes de la intención de uso de los sitios web de compras colectivas. *Revista EIA*, 12(24), 55–70. <https://doi.org/10.14508/reia.2015.12.24.55-70>
- Wu, B., & Chen, X. (2017). Continuance intention to use MOOCs: Integrating the technology acceptance model (TAM) and task technology fit (TTF) model. *Computers in Human Behavior*, 67, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.028>
- Wu, J. Liu, L., & Huang, L. (2017). Consumer acceptance of mobile payment across time. *Industrial Management & Data Systems*, 117(8), 1761-1776. <https://doi.org/10.1108/imds-08-2016-0312>

Arquitetura de sistemas de recomendação para apoio ao vendedor no uso de sistemas de força de vendas em empresa com grande portfólio de produtos

Fabio Kazuo Ohashi¹, Marcos Antonio Gaspar¹, Ivanir Costa¹, Fellipe Silva Martins¹, Fábio Luís Falchi de Magalhães²

kazuo.ohashi@hotmail.com; marcos.antonio@uni9.pro.br; ivanirc@uni9.pro.br; fellipemartins@uni9.pro.br; fabiosimp@gmail.com

¹ Universidade Nove de Julho, Rua Vergueiro, 235/249, 01525-000, São Paulo (SP) - Brasil

² Universidade Federal de São Paulo, Avenida Cesare Mansueto Giulio Lattes, 1.201, 12247-014, São José dos Campos (SP) - Brasil

DOI: 10.17013/risti.42.46-61

Resumo: Empresas que fazem distribuição de produtos no atacado normalmente têm grande quantidade de itens comercializados de diversos fabricantes em seu portfólio de produtos. Assim, encontrar e recomendar produtos ao cliente entre milhares de possibilidades se caracteriza num desafio para a equipe de vendas. O objetivo deste artigo é mostrar uma arquitetura de sistema de recomendação para implantação em ferramentas de sistema de automação de força de vendas e suportado por Inteligência Artificial que possa recomendar produtos online a cada interação no processo de venda. Foram usados os seguintes métodos e materiais: revisão sistemática da literatura, pesquisa exploratória quali-quantitativa, experimentos computacionais, estudo de caso, prova de conceito do sistema e pesquisa com o método Delphi junto a especialistas com aplicação de questionários. A arquitetura foi aplicada construindo-se uma prova de conceito numa empresa de distribuição de autopeças na qual o sistema foi capaz de fornecer recomendações de quatro algoritmos diferentes.

Palavras-chave: Sistemas de recomendação. Automação de força de vendas. Gestão do conhecimento. Disseminação do conhecimento.

Recommender System Architecture to support salesperson using Sales Force Automation Systems In large product portfolio companies

Abstract: Wholesale distribution companies usually have a large number of items sold by different manufacturers in their product portfolio. Finding and recommending products to the customer among thousands of possibilities is a challenge for the sales team. In addition, there are also new product releases and promotions that are added to the portfolio frequently. This paper proposes to develop an architecture to implement a Sales Force Automation system supported by Artificial Intelligence that can recommend products online to a sales professional when making a purchase order. To achieve this objective, the following methods and

experiments were used: systematic literature review, qualitative and quantitative exploratory research, experiments, case study, proof of concept, and survey with the Delphi method. The proposed architecture was applied by building a proof of concept in an auto parts distribution company in which the system was able to provide recommendations for four different algorithms.1cm.

Keywords: Recommender systems. Sales force automation. Knowledge management. Knowledge dissemination.

1. Introdução

Empresas com grande portfólio de produtos como distribuidoras de alimentos, produtos automotivos e farmacêuticos apresentam maior complexidade estrutural para disseminar o conhecimento por todos os profissionais e áreas envolvidos em seus processos internos (Vinita & Feisal, 2017). Encontrar e recomendar ao cliente uma lista de produtos dentre milhares de possibilidades se configura num desafio para a equipe de vendas. Em acréscimo à situação relatada, há ainda os lançamentos e promoções de produtos que são acrescentados às linhas continuamente (Mariadoss, Milewicz, Lee, & Sahaym, 2014).

Além disso, de acordo com Syam e Sharma (2018), o perfil do profissional de vendas atual mudou para um profissional com plataformas e soluções informatizadas que processa os pedidos em sistemas conectados à Internet. Em vários setores, os pedidos em papel foram substituídos pelos sistemas SFA (*Sales Force Automation*), que contribuíram para capacitar o vendedor com uma ferramenta mais eficiente para suportar o processo de venda. O mercado de sistemas SFA está em constante crescimento ao longo dos últimos anos, sendo que em 2018 chegou a US \$ 6,9 bilhões, de acordo o relatório Quadrante Mágico Gartner (2019).

Embora o perfil do vendedor tenha mudado, o relacionamento comprador-vendedor não desapareceu e se configura um importante requisito do processo de venda (Arli, Bauer, & Palmatier, 2017). Além disso, da mesma forma que os vendedores têm acesso às ferramentas informatizadas, os compradores têm acesso à soluções automatizadas que disponibilizam informações sobre produtos e serviços da empresa de forma instantânea e sem a assistência de um profissional de vendas durante a consulta. Portanto, o papel do vendedor precisa mudar para suprir as necessidades únicas de cada comprador, que cada vez mais exige maior valor agregado na prestação de suporte por parte do vendedor durante o processo de aquisição do produto ofertado (Rocco & Bush, 2016).

Nesse sentido, Sistemas de Recomendação (*RS – Recommender Systems*) são uma tecnologia que pode ajudar os profissionais de vendas, sendo compostas por sistemas baseados em IA (Inteligência Artificial), utilizados em transações de comércio eletrônico e aplicativos de música e vídeos, por exemplo (Barragán, Chanchí, & Campo, 2020). Estas soluções de RS sugerem itens ao comprador de forma personalizada, baseando-se para tanto na similaridade de seu perfil com outros usuários (Aggarwal, 2016). Tais soluções de RS são especialmente aplicáveis em processos de venda em transações entre empresas (*business to business – B2B*) dadas a diversidade e especificidades técnicas que envolvem os produtos nesse tipo de negociação.

O objetivo deste artigo é: Desenvolver uma arquitetura de Sistema de Recomendação para implantação em ferramentas de Sistema de Automação de Força de Vendas suportada por Inteligência Artificial que possa recomendar produtos ao profissional de vendas online a cada interação no processo de venda de empresa distribuidora com grande portfólio de produtos.

2. Revisão da literatura

Nesta seção serão discutidos os pressupostos e conceitos de SFA e CRM suas principais diferenças e características dos elementos constituintes desses sistemas.

2.1. Sistemas de Automação de Força de Vendas

Sistemas de Automação de Força de Vendas (SFA) são ferramentas de *software* que fornecem aos gestores e aos membros da sua equipe muitas funcionalidades para aumentar a eficiência e eficácia da equipe de vendas (Gannage, 2018). Os sistemas SFA têm conjuntos de funcionalidades voltadas ao processo de vendas, apesar de cada fabricante disponibilizar um conjunto de ferramentas diferentes de acordo com a sua estratégia.

2.2. Comparação entre SFA e CRM

Como os sistemas SFA e CRM (*Customer Relationship Management*) têm muitos recursos em comum e buscam essencialmente objetivos similares, tais como aumento do desempenho de vendas e melhoria da eficiência operacional, o entendimento da diferenciação entre ambos pode levar a confusões sobre a utilidade e os requisitos básicos de cada um desses sistemas.

Segundo Rolus Tech (2020), os sistemas CRM aprimoram o relacionamento com o cliente e aumentam sua retenção à organização. Eles registram, analisam e centralizam as informações nos pontos de contato do cliente ao longo do seu ciclo de vida. Isso fornece informações importantes sobre o histórico de interações, o seu comportamento e os padrões de compra, oferecendo assim mais oportunidades de venda e *cross-selling* (vendas cruzadas de produtos). Já os sistemas SFA otimizam os fluxos de trabalho de vendas, se concentrando em conseguir mais clientes e fechar mais negócios por meio da otimização dos processos de vendas. Juntamente com recursos para rastrear o desempenho e gerar previsões de vendas, proporcionando maior visibilidade ao gerenciamento do processo de vendas de forma mais ampla.

Buttle e Maklan (2019) classificam os SFA em três categorias: sistemas SFA especialistas: aqueles sistemas que possuem somente as funções para automação de força de vendas; SFA como parte de sistemas CRM: SFA é um módulo de um sistema maior CRM; ou SFA como parte de sistemas ERP: SFA é um módulo de um sistema maior ERP.

2.3. Sistemas de Recomendação - Recommender Systems

Recommender Systems (RS) ou Sistemas de Recomendação são utilizados por várias empresas como Netflix, Amazon e Facebook (Banik, 2018) para, utilizando tecnologias

de ponta, ajudar os usuários a achar o que procuram mais facilmente. RS são uma das ferramentas muito utilizadas para aumentar o lucro das empresas e auxiliar os usuários (Aguar, Araújo, & Costa, 2020).

Os três tipos básicos de recomendações são, segundo (Adomavicius & Tuzhilin, 2005) (Burke, 2007): Collaborative Filtering, Content-based Filtering e Sistemas Híbridos.

2.4. O problema de Cold Start

Para que o sistema comece a gerar recomendações, quando se usa a técnica de *Collaborative Filtering*, os usuários devem ter avaliado um número suficiente de itens. Somente então, o Sistema de Recomendação conseguirá aprender as preferências do usuário e conseguir recomendar itens mais apropriados ao seu perfil (Kale, Petrie, Bikdash, & Topal, 2018). O *Cold Start* se manifesta também quando são adicionados novos itens ao sistema. Assim, até que o sistema seja avaliado por um expressivo número de usuários, os métodos *Collaborative Filtering* não conseguirão efetuar recomendações consistentes (Aharon et al., 2015).

2.5. Ineditismo do tema deste artigo

Nesta seção relata-se as pesquisas feitas a fim de se demonstrar o ineditismo da solução proposta neste artigo.

2.5.1. Pesquisa de artigos acadêmicos

Foi feita uma revisão sistemática da literatura (SLR) (Todeschini & Baccini, 2016) e (Kitchenham et al., 2009), a questão de pesquisa foi: Qual é o *framework*/arquitetura mais utilizado na implantação de um SFA com Sistema de Recomendação?

Os seguintes termos foram definidos para busca: “Sistemas recomendação”, “força vendas”, “Automação força vendas”, “Recommender system”, “sales force”, “Sales force”, “Sales force automation”.

Para as buscas de trabalhos optou-se pelas bases Proquest, Scielo, Google Scholar, Emerald, IEEE e Web of Science. As pesquisas foram feitas de setembro de 2019 a maio de 2020. No total foram encontrados 671 artigos, então passou-se à próxima etapa da SLR que foi a leitura dos Abstracts dos artigos.

Foram encontrados apenas artigos sobre Recomendações de Previsão de Vendas usados em sistemas SFA, porém a Previsão de Vendas se difere de Recomendação de Vendas, no sentido de que a primeira é uma necessidade dos níveis gerenciais da empresa de se ter uma estimativa do volume de faturamento futuro, enquanto a segunda é a ferramenta utilizada pelo profissional de vendas para efetivar a venda. Portanto, como resultado, não foi encontrado nenhum trabalho que satisfizesse aos critérios estabelecidos.

2.5.2. Pesquisa de soluções comerciais

De acordo com os relatórios “Magic Quadrant for Sales Force Automation” de 2008 até 2019, a tecnologia IA aparece pela primeira vez somente no relatório de 2017 (Gartner Inc., 2008, 2013, 2014a, 2014b, 2016, 2017, 2019). Num relatório similar chamado

“Forrester Wave: Sales Force Automation Solutions”, que foi publicado apenas em 2008 (Forrester, 2008) e outro em 2017 (Forrester, 2017). Também neste caso, apenas em 2017 surge a tecnologia IA. Em ambos os tipos de relatórios, somente dois fornecedores oferecem soluções de IA: a Microsoft, com seu produto *Dynamics 365* e a empresa Salesforce, com seu produto *Sales Cloud*.

Consultando-se a documentação das duas soluções citadas nos relatórios (Salesforce, 2020) (Microsoft, 2020), verifica-se o uso da IA nesses sistemas são aplicados em módulos diferente do SFA proposto neste artigo. O item 2.5.3 discute sobre as diferenças entre o sistema proposto neste artigo e as soluções comerciais existentes.

2.5.3. Diferenças entre um sistema de recomendação B2C para o sistema proposto

Normalmente, os Sistemas de Recomendação são usados fazendo recomendação de itens para o próprio usuário que vai consumir o produto. Por exemplo, no e-commerce Amazon.com há um RS que sugere produtos ao usuário, conforme este busca por produtos. Neste caso, o sistema de e-commerce com RS é o Vendedor e o usuário que navega no website é o Comprador.

No sistema proposto neste artigo, o usuário final é o Comprador (que não tem acesso direto ao sistema SFA, e o Vendedor é o representante de vendas que opera o SFA. Isso significa que, apesar de o Sistema de Recomendação recomendar produtos ao usuário, quem vê as recomendações é o Vendedor técnico da empresa. Nessa configuração, o usuário final não consegue saber se a recomendação veio do sistema SFA ou do Vendedor.

2.5.4. Conclusão sobre o ineditismo deste artigo

Pelas razões expostas nos itens 2.5.1, 2.5.2 e 2.5.3 verifica-se que não há trabalhos relacionados com o tema explorado isso revela o ineditismo do trabalho em relação às abordagens de Sistemas de Força de Vendas do estado da arte.

2.6. Arquitetura de recomendação para implantação proposta

Nesta seção é exposta a Arquitetura de Recomendação desenvolvido neste artigo, de modo a facilitar a compreensão de sua futura implantação em ferramentas de Sistema de Automação de Força de Vendas e suportado por Inteligência Artificial. A Figura 1 representa o constructo onde é exposto uma matriz tridimensional relacionando as três principais etapas da arquitetura. O constructo exposto na figura representa a forte ligação entre as três etapas, que juntas formam a estrutura de recomendação que será aplicada a um SFA suportado por IA.

Na etapa ‘1 - Definir Recomendações’, nesta fase são aplicadas técnicas de KDD (Knowledge Discovery in Databases) para a análise da estrutura de dados (atividade 1a), de modo a especificar que tipos de recomendação um RS pode produzir. A equipe responsável deve ser capaz de analisar como extrair conhecimento útil das bases de dados da empresa para uso nas atividades de vendas. Em complemento, a utilidade das recomendações (atividade 1b) deve ser mensurada pelos usuários da solução e pelos compradores que tomam a decisão final num processo de compra assistida.

Na etapa ‘2 – Construir a POC’ (Proof Of Concept) faz-se importante ressaltar que a principal função de um SFA é realizar o pedido de venda. Por essa razão, o sistema de recomendação não pode impedir o profissional de realizar a venda caso o módulo de recomendação apresente alguma falha. Assim, a arquitetura a ser desenvolvida para o sistema (2a) deve prever e evitar esse tipo de ocorrência no processo. Além disso, a performance do sistema deverá ser suficientemente rápida para ser capaz de recomendar produtos à medida que o usuário procura os itens que o comprador solicita. Em adição, a interface gráfica (UX – *User Experience*) do sistema de recomendação (2b) deve ser minimalista o suficiente para não comprometer a visualização dos conteúdos exibidos ao vendedor na área do pedido de vendas.

E finalmente, a etapa ‘3 - Diminuir *Cold Start*’ trata do problema do *Cold Start*, (item 2.4) Existem vários métodos para se mitigar esse problema, na atividade 3a deve-se definir qual método será utilizado e na etapa 3b implementá-lo para que essas informações possam ser utilizadas como base de dados inicial do sistema a ser implementado na empresa.

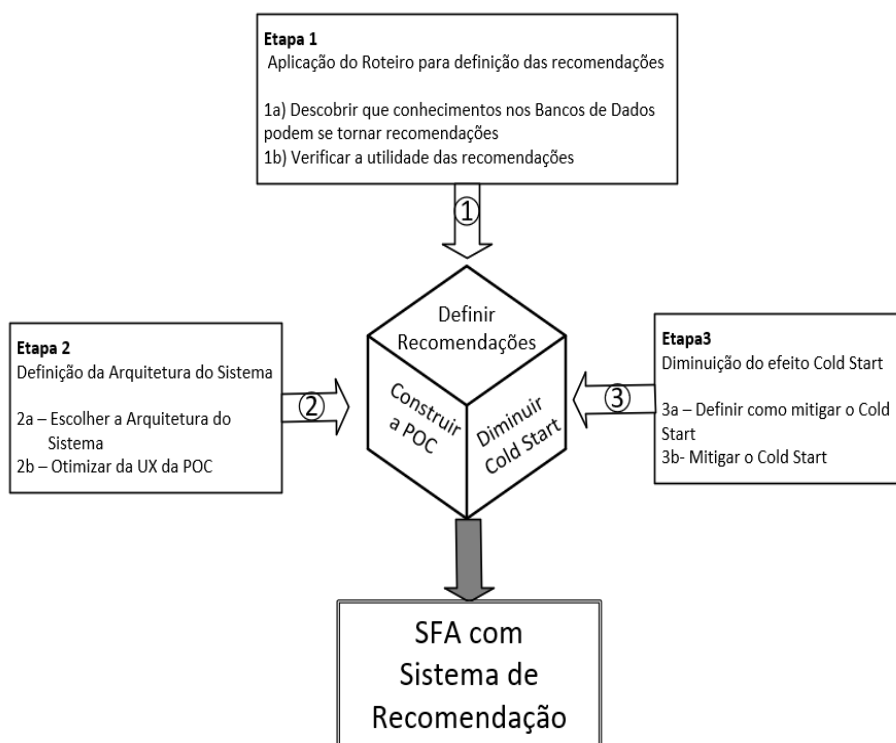


Figura 1 – Constructo da arquitetura para implantação desenvolvido
Fonte: autor.

As etapas da arquitetura proposta no constructo elaborado nesta tese foram baseadas nos trabalhos dos autores listados no Quadro 1.

Etapas / Autores	Descrição da contribuição / Definição empregada / Aplicação neste trabalho
1A (Piatetski & Frawley, 1991)	Autor seminal que descreve os princípios da técnica de KDD para extração do conhecimento. “KDD é um processo não trivial de extração de informações úteis de dados” (p.3). Nesta tese utiliza-se essa técnica para a definição de quais recomendações o sistema proposto pode fornecer.
1A (Portugal, Alencar, & Cowan, 2018)	Autores efetuaram uma revisão dos algoritmos de recomendação mais utilizados. Os autores estudaram 129 artigos sobre os principais algoritmos de recomendação. Juntamente com os resultados do KDD, pode-se definir quais tipos de Sistemas de Recomendação a empresa pode construir.
1B (Batterton & Hale, 2017)	Autores sugerem técnicas de desenho de pesquisa tipo <i>survey</i> . A escala do tipo Likert pode ser usada para se medir a opinião dos entrevistados. Na pesquisa feita nesta tese a escala do tipo Likert foi usada para validar a utilidade das recomendações.
2A (Falk, 2019)	Autor propõem uma arquitetura de um Sistema de Recomendação para e-commerce. “Em favor da performance e confiabilidade, o ideal é não adicionar o banco de dados de evidências (recomendação) junto da aplicação web” (p. 47). Nesta tese propõe-se o uso de APIs para conexão entre o sistema de recomendação e a aplicação SFA.
2B (Chajadi, Uddin, & Gutwin, 2020)	Autor propõe princípios de usabilidade de interfaces utilizando ícones. Entre as técnicas sugeridas o autor realça que “os ícones de imagens concretas aumentam grau de aprendizado” (p. 1). Neste trabalho os ícones foram utilizados para representar qual tipo de recomendação é apresentada não reduz muito a área de resultados de busca do sistema já existente.
3A (Aharon et al., 2015)	Autor descreve o problema do Cold Start e sugere algumas alternativas para mitigar a ocorrência do problema. “Entre elas, cita que “se faça uma entrevista com usuários e solicite que eles classifiquem itens” (p. 83). Neste trabalho foi escolhida essa alternativa para aplicação de entrevistas estruturadas com especialistas.
3B (Skulmoski, Hartman, & Krahn, 2007)	Autor propõe uma estrutura de aplicação do método Delphi para ser utilizada em trabalhos de Stricto Sensu. Nesta tese o método Delphi foi utilizado para se alcançar consenso a respeito de qual seria o resultado esperado de cada recomendação.

Quadro 1 – Principais autores utilizados na arquitetura proposto

Fonte: autores.

3. Apresentação dos resultados

Neste capítulo é exposto o protocolo da implantação da pesquisa-ação feita numa empresa que atua no ramo de distribuição de autopeças de reposição fundada em 1989. A sede de 12.000 m² está situada na Zona Oeste do município de São Paulo (Brasil).

Sua linha de produtos abrange mais especificamente o segmento acessórios automotivos, totalizando mais de 35.000 itens no portfólio. Tem aproximadamente 200 vendedores, com uma carteira de 4.500 clientes em todo Brasil.

Uma das principais dificuldades do vendedor neste tipo de empresa é conhecer toda a linha de produtos da empresa, e este problema é ainda maior quando o vendedor não tem muita experiência neste mercado ou sobre a linha de produtos da empresa. Nesta situação, encontrar um produto entre milhares pode ser um desafio para o vendedor. A arquitetura proposta no item 2.6 foi implementada na empresa citada a fim de testar a aplicabilidade da arquitetura proposta.

3.1. Aplicação da Etapa 1

Utilizando as técnicas de KDD (Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados) (Piatetski & Frawley, 1991) (Fayyad, Piatetsky-Shapiro, & Smyth, 1996). e serviços de Consultoria especializada em Sistemas de Recomendação (Guillet et al., 2016) (Dalkir, 2005). A equipe fez uma análise completa dos repositórios de dados estruturados e não estruturados da empresa, a equipe propôs que o sistema SFA poderia prover quatro tipos de recomendações inteligentes: (1) Quem comprou isso, também comprou. (2) Seu concorrente comprou isso. (3) É um novo produto. (4) O produto tem um preço mais baixo em comparação com outros distribuidores.

Após definir quais são as recomendações que o sistema pode oferecer é necessário medir o quanto os stakeholders do SFA (neste caso, vendedores e compradores) percebem os benefícios das recomendações fornecidas pelo sistema.

Para atingir tal intento, um questionário de pesquisa proposto neste artigo segue as características indicadas por (BATTERTON; HALE, 2017), as perguntas devem ser formuladas para medir como o entrevistado (vendedores e compradores) concorda com a afirmação proposta, empregando-se para tanto uma escala do tipo Likert.

O questionário final foi enviado a 185 vendedores. Foram recebidas 52 respostas válidas. Outro questionário foi enviado para 3.500 compradores. Foram recebidas 56 respostas válidas.

Sabe-se que existem regiões brasileiras com realidades econômicas diferentes (Amado, 2018), por isso as respostas foram agrupadas por regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Com isso, procura-se verificar se as respostas são consistentes e independentes do cenário econômico onde o vendedor/comprador atua.

Realizou-se um teste de hipóteses usando a técnica ANOVA para verificar em cada pergunta, se os valores médios da resposta para cada uma das grandes regiões estão dentro da média da amostra total. Definimos $\alpha = 0,05$ e a hipótese nula como: H_0 :

$$\mu_{north} = \mu_{northeast} = \mu_{central-west} = \mu_{southeast} = \mu_{south}$$

O F crítico para a Pesquisa do Vendedor é 2,5787 e o F crítico para a Pesquisa do Comprador é 2,5740. Portanto, não rejeitamos a hipótese nula, o que significa que não temos evidências estatisticamente significantes com $\alpha = 0,05$ para mostrar que há uma diferença nos valores médios de cada região brasileira.

A média das respostas para todas as perguntas foram acima de 3,00. Isso quer dizer que, comparando-se o valor médio que cada resposta com a escala Likert (que vai de 1 a 5), os respondentes concordam com as afirmativas das perguntas do questionário.

Após análise, conclui-se que as 4 recomendações propostas têm utilidade percebida pelos Vendedores e Compradores da empresa estudada.

3.2. Aplicação da Etapa 2

A arquitetura proposta neste artigo baseia-se no trabalho de Falk (2019). Ele propõe que o Sistema de Recomendação se conecte ao Sistema de Venda usando-se APIs (Application Programming Interface) pois segundo o autor usando essa técnica, qualquer lentidão ou falha na recomendação não prejudica o sistema de SFA.

Para que as telas desenvolvidas nesta POC não sejam muito genéricas a ponto de não se conseguir aferir um resultado prático da teoria aplicada neste trabalho, se faz necessário ter um caso prático de um SFA de uma empresa real para verificar se os objetivos dessa POC são alcançados. A funcionalidade principal do sistema está focada na geração de pedidos de venda (Figura 2), além disso o sistema possui módulos de busca de produtos, cálculo de frete e cálculo de impostos, análise das vendas, títulos emitidos, emissão de boletos, etiquetas, acesso as promoções e lançamentos e tutoriais em vídeo.

A POC do sistema proposto possui todas as funcionalidades do sistema anterior, com o acréscimo do modulo de ‘Recomendações’, este artigo irá focar apenas no modulo de Buscar Produtos porque é nele que o Sistema de Recomendação irá atuar.

Representante Portátil - Centerparts Distr. Auto Partes Ltda

Clientes Representante Transportadoras Produtos Pedidos TransFere Atualiza Publicações Fotos Conexão Etiquetas Vídeos

Cadastro de Pedidos

Consulta Valor: Bruto 3.771,57 Descontos 0,00 Líquido 3.771,57 Frete % Entrega 923,54 % 24,49

Cliente: 33845 FRANCIE NUNES MARTINS 61763594220 UF PA TUCUMA 68382

Acumulado: 501 Ped.Cliente: 10878 TRANSPORTADORA PENHENSE LTDA

Dados do Cliente: RUA DO CORREGO 48 Cep: 68385000 L 12.368.068.0001-71 - 15.309.220-3-FRANCIE 94 - 9301-8180 - francieenunes@gmail.com

Pedido / Dir.: 7627 Data emissão 14/05/2020 Envio 18/05/2020

Pedido com negociação: Sim Não

Condições de Pagamento: IVA4 - 30/40/50/60/70/80/90/100 desconto 0,00

% Iva 92,48 %cms Rev. 7,00 Imp. 4,00 Aliq Int. 17,00

Peso líquido (kg) 51 m³ cúbico líquido 0,1

Seq:	Código	Descrição	Fabricante	% manga	Pr.liquido	Pr.embutido	Preço c/st	qtde	fat
1	0011735	PARABARRO FIESTA 03/13 DIANT LD	Riverplast	0	59,0850		74,29	1	
2	0011736	PARABARRO FIESTA 03/13 DIANT LE	Riverplast	0	59,0850		74,29	1	
3	0018594	P/CHOQUE TRAS SIENA 07/16 PTO LISH	DTS	0	141,2990		177,64	1	
4	0032027	PINO TRAVA BANCO TRAS GOL G2/G3/	Auto Quality	0	4,6359		5,83	4	
5	1345000	APLIQUE CROM MAC GOL/PAR/SAV G3/	Shekparts	0	15,6550		19,68	1	
6	0031248	APLIQUE CROM GRADE GOL/PAR/SAV	Shekparts	0	43,9350		55,24	1	
7	1116524	PROTETOR PT OVAL DUPLO VERM/LARA	Shekparts	0	4,5450		5,72	2	
8	0391700	CALHA CHUVA AGILE 09/13 4P	TGPoli	0	80,6990		101,46	1	

Data: 20/05/2020 Versão 2.9.0 r.36 16:50:56 - 16:50:57

Figura 2 – Sistema Anterior - Tela de Criação de Pedidos
Fonte: autor.

Utilizando-se dos princípios de usabilidade 2 e 3 de Nielsen (1993), decidiu-se usar ícones ao invés de texto para representar as recomendações. Os ícones permitem uma melhor associação entre o mundo real e a interface de um software. Deve-se levar em consideração que é importante que o ícone represente uma metáfora coletiva da informação que se deseja passar ao usuário (Gittins, 1986).

Em pesquisas feitas no artigo “*Effects of Visual Distinctiveness on Learning and Retrieval in Icon Toolbars*” (Chajadi et al., 2020) verificou-se que o uso de traços minimalistas e ícones monocromáticos não prejudicam a usabilidade e a identificação do significado do ícone. O que ajuda na sua identificação é a familiaridade que o usuário tem com o desenho do ícone (Yan, 2011). (Quadro 2)

			
Quem comprou isso também comprou	Seu concorrente comprou isso	É um novo produto	Preço mais baixo

Quadro 2 – Ícones utilizados
Fonte: autores.

Para ilustrar o funcionamento do sistema proposto é exposto um exemplo na Figura 4 relativo à uma busca e das recomendações do produto ‘espelho retrovisor esquerdo’ com controle para a marca/modelo Fiat Fiorino 2014 em diante. Os seguintes passos (1 a 4) devem ser executados pelo usuário Vendedor:

1. – No campo de pesquisa digita-se o código de um Espelho Retrovisor (64628)
2. – O SFA retorna informações do produto buscado (Descrição, preço estoque etc.)
3. – Interface do RS. Nesta área são retornadas as recomendações. Elas aparecem em forma de lista, uma vez que é possível obter-se várias recomendações para um mesmo resultado de busca.
4. – Detalhe do resultado das recomendações. Neste exemplo, o sistema retorna três recomendações: Produto 7800834 por que tem um preço menor e 64639 e 7800836 –Pois são retrovisores para o mesmo veículo (marca, modelo), porém do tipo sem controle interno. Pois a loja que revende retrovisor com controle interno pode revender retrovisor sem controle interno.

O sistema funcionará de modo similar para os outros tipos de recomendação, ou seja, dependendo do item buscado, até quatro tipos de recomendação poderão ser listados na área (3) e sinalizados com os devidos ícones, representando assim o motivo da recomendação complementar ao usuário vendedor.

A partir dos resultados apresentados nos passos anteriores, o Vendedor tem a opção de colocar a quantidade desejada no carrinho de compras. O sistema vai computar uma recomendação feita com sucesso se o vendedor colocar qualquer quantidade igual ou acima de 1 peça no carrinho de compras. Assim, se o vendedor fizer alguma busca e não colocar nenhum produto no carrinho de compras, o sistema não vai avaliar a recomendação feita.

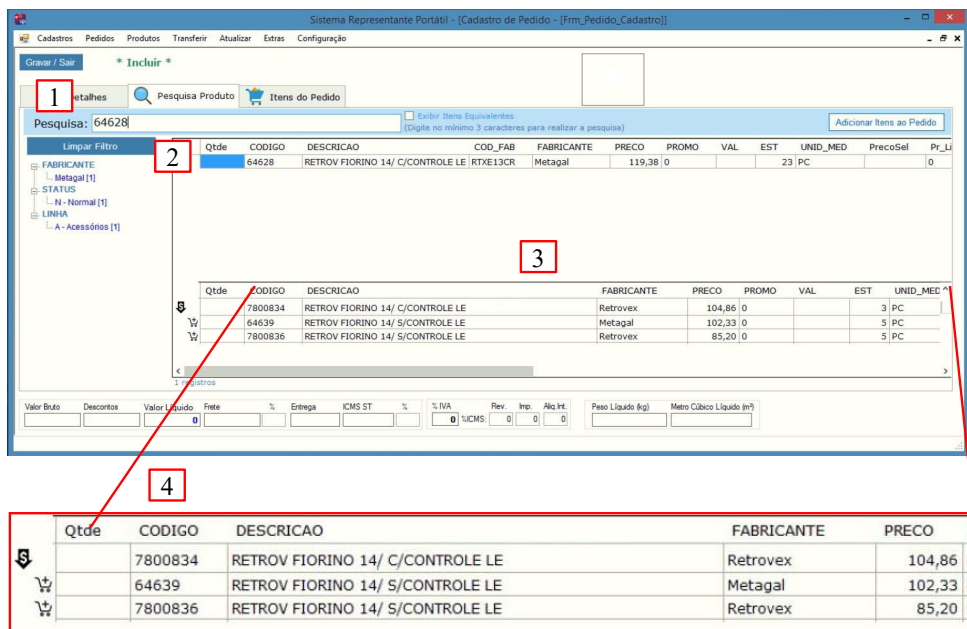


Figura 4 – Interface gráfica do RS
Fonte: autores.

3.3. Aplicação da Etapa 3

Todo novo RS apresenta como problema conhecido como *Cold Start* (conforme exposto no item 2.4). Para minimizar este problema, optou-se por montar um painel de especialistas na venda de autopeças para que eles determinem quais tipos de recomendações seriam mais úteis (Aharon et al., 2015). O resultado dessa pesquisa é especialmente proveitoso para o estabelecimento de um *baseline* inicial de resultados que o sistema final deveria fornecer.

Utilizando-se o método Delphi, as seguintes questões de pesquisa foram aplicadas aos vendedores técnicos da empresa analisada nesta pesquisa: (QP-D1) Quais categorias de produtos são os melhores para aparecer quando se tem a recomendação ‘Quem comprou isso também comprou...’? (QP-D2) Determinar, para cada nicho de mercado atendido, quais categorias de produto são compradas. (QP-D3) Quais são as categorias de produtos que o comprador (cliente) mais solicita novidades? (QP-D4) Quais são as principais categorias de produtos que sofrem mais concorrência?

Em relação à escolha dos participantes dessa fase da pesquisa, ao se utilizar o método Delphi os especialistas participantes não são escolhidos aleatoriamente, mas sim são selecionados conforme sua experiência e conhecimento no assunto a ser explorado (Linstone & Turoff, 2002) (Hasson, Keeney, & McKenna, 2000), (Skulmoski, Hartman e Krahn (2007).

Na empresa analisada nesta pesquisa, o universo de profissionais de venda é composto de 185 pessoas. Neste grupo, os especialistas foram escolhidos utilizando-se os seguintes critérios de seleção: Experiência de mais de 5 anos na função de vendas na empresa; Mais de 10 anos de experiência de venda de autopeças; Domínio do atual sistema SFA; Alta performance de vendas.

Além dos critérios, procurou-se representar proporcionalmente as cinco regiões brasileiras, variedade em relação à idade e ao gênero dos profissionais. Dentro desses critérios foram escolhidos 10 profissionais de Vendas.

A técnica de coleta das informações utilizada foi a entrevista semiestruturada à distância, usando-se para tanto o recurso de vídeo conferência. Primeiramente foi realizada a apresentação de um documento com a proposição do novo SFA baseado nas telas elaboradas na POC, com o propósito de elucidar ao entrevistado como seria o funcionamento do sistema e como as recomendações seriam apresentadas. Após a apresentação, o pesquisador explicou a cada entrevistado como preencher o instrumento de coleta de dados.

O instrumento de coleta de dados foi feito em formato de Excel onde nas Linhas da planilha foram listadas todas as 325 categorias de produtos da empresa. As Colunas da planilha foram reservadas para a marcação das quatro respostas de pesquisa (QP-D1 a QP-D4).

Foram necessárias 2 rodadas para o consenso entre os especializadas para as QP-D2, QP-D3 e QP-D3 e formam necessárias 3 rodadas para a QP-D1.

4. Conclusões

Este trabalho contribui primeiramente trazendo à luz da Academia a falta de estudos de ferramentas inteligentes baseadas em Inteligência Artificial que possam auxiliar os profissionais de vendas nas práticas executadas em vendas presenciais com interação entre o vendedor e o comprador. Esta pesquisa também apresenta uma arquitetura de desenvolvimento para implantação de sistema de recomendação que empreendeu esforços interdisciplinares em áreas de pesquisa academicamente distintas, tais como aprendizado de máquina, KDD, desenho de interfaces e administração de vendas.

Conclui-se que Sistemas de Recomendação podem ser usados em sistemas informatizados, mesmo que as recomendações não sejam dirigidas diretamente ao profissional que decide a compra do produto recomendado. Porém, a implementação desse tipo de sistema não é uma tarefa simples e envolve profissionais de várias áreas do conhecimento. Visando facilitar tais desafios, este artigo organiza os processos de implementação numa arquitetura modelo aplicável a diferentes tipos de empresa com grande portfólio de produtos. Na pesquisa ação do caso implementado verificou-se que a arquitetura proposta mostrou-se eficiente na organização dos trabalhos e cronograma de atividades dos diferentes profissionais envolvidos.

Além disso, a arquitetura apresentada poderá servir de base para aplicação em realidades de empresas de diferentes segmentos nos processos de venda em transações B2B, dada a diversidade e especificidades técnicas que envolvem os produtos nesse tipo de negociação.

Indicam-se sugestões para pesquisas futuras, a saber: a) Mensuração da qualidade da recomendação feita pelo sistema, considerando-se que quem recebe a recomendação não é o mesmo profissional que decide se coloca o item recomendado no carrinho de compras; b) Mensuração da performance da solução indicada ao rodar vários modelos de recomendação simultaneamente, uma vez que algoritmos de Sistemas de Recomendação precisam de hardware com muito poder de processamento.

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. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2005.99>
- Aggarwal, C. C. (2016). *Recommender Systems: The Textbook*. Springer. <https://doi.org/10.1145/245108.245121>
- Aguiar, J. J. B., Araújo, J. M. F. R. de, & Costa, E. de B. (2020). Estudo Comparativo de Abordagens para Sistemas de Recomendação baseados em Personalidade com uso do serviço IBM Watson Personality Insights. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (40), 73–88. <https://doi.org/10.17013/risti.40.73-88>
- Aharon, M., Anava, O., Avigdor-Elgrabli, N., Drachsler-Cohen, D., Golan, S., & Somekh, O. (2015). ExcUseMe: Asking users to help in item cold-start recommendations. In *RecSys 2015 - Proceedings of the 9th ACM Conference on Recommender Systems* (p. 83–90). Association for Computing Machinery, Inc. <https://doi.org/10.1145/2792838.2800183>
- Amado, A. (2018). *Disparate Regional Development in Brazil: A Monetary Production Approach* (2nd ed). Taylor & Francis. <https://books.google.com.br/books?id=PoyADwAAQBAJ>
- Arli, D., Bauer, C., & Palmatier, R. W. (2017). Relational selling: Past, present and future. *Industrial Marketing Management*, (June). <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.07.018>
- Banik, R. (2018). *Hands-on recommendation systems with Python: start building powerful and personalized, recommendation engines with Python*. Packt Publishing.
- 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>
- Batterton, K. A., & Hale, K. N. (2017). The Likert Scale What It Is and How To Use It. *Phalanx*, 50(2), 32–39. <http://www.jstor.org/stable/26296382>
- Burke, R. (2007). Hybrid Web Recommender Systems. In *The Adaptive Web* (p. 377–408). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-72079-9_12

- Buttle, F., & Maklan, S. (2019). *Customer Relationship Management: Concepts and Technologies* (4th ed). Taylor & Francis. <https://books.google.com.br/books?id=I5DUDwAAQBAJ>
- Chajadi, F., Uddin, M. S., & Gutwin, C. (2020). Effects of Visual Distinctiveness on Learning and Retrieval in Icon Toolbars. In *ACM Graphics Interface Conference GI20* (p. 11). Virtual.
- Dalkir, K. (2005). *Knowledge Management in Theory and Practice*. Elsevier (Vol. 4). Elsevier Butterworth–Heinemann. <https://doi.org/10.1002/asi.21613>
- Falk, K. (2019). *Practical Recommender Systems* (1st ed). Manning Publications.
- Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., & Smyth, P. (1996). Knowledge discovery and data mining. In *KDD-96* (Vol. 87, p. 82–88). <https://doi.org/10.1511/1999.16.807>
- Forrester. (2008). *The Forrester Wave: Sales Force Management, Q4 2008*. <https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Wave+Sales+Force+Management+Q4+2008/-/E-RES46169>
- Forrester. (2017). *The Forrester Wave: Sales Force Automation Solutions, Q2 2017*. <https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Wave+Sales+Force+Automation+Solutions+Q2+2017/-/E-RES136162>
- Gannage, G. (2018). Sales Force Automation: CRM, Dashboards, and Empowering Mobile Technology Used by Millennial Salespeople. *Atlantic Marketing Association Proceedings*. Recuperado de https://digitalcommons.kennesaw.edu/ama_proceedings/2018/PROSALES-SALESMGMT_T17/3
- Gartner Inc. (2008). *Magic quadrant for sales force automation 2008*. <https://www.gartner.com/doc/722909/magic-quadrant-sales-force-automation>
- Gartner Inc. (2013). *Magic quadrant for sales force automation 2013*. <https://www.gartner.com/doc/2551416/magic-quadrant-sales-force-automation>
- Gartner Inc. (2014a). *Magic quadrant for sales force automation 2014*. <https://www.gartner.com/doc/2798021/magic-quadrant-sales-force-automation>
- Gartner Inc. (2014b). *Magic quadrant for sales force automation 2014*. *Gartner RAS Core Research Note G*. <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1XJHQ4X&ct=140716&st=sb>
- Gartner Inc. (2016). *Magic quadrant for sales force automation 2016*. <https://www.gartner.com/doc/3405124/magic-quadrant-sales-force-automation>
- Gartner Inc. (2017). *Magic quadrant for sales force automation 2017*. <https://www.gartner.com/doc/3760163/magic-quadrant-sales-force-automation>
- Gartner Inc. (2019). *Magic quadrant for sales force automation 2019*. <http://www.gartner.com/technology/reprints.do?id=1-1XJHQ4X&ct=140716&st=sb>
- Gittins, D. (1986). Icon-based human-computer interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 24(6), 519–543. [https://doi.org/10.1016/S0020-7373\(86\)80007-4](https://doi.org/10.1016/S0020-7373(86)80007-4)

- Guillet, F., Ritschard, G., Zighed, D., Briand, H., Hamdi, F., Safar, B., ... Zargayouna, H. (2016). *Advances in Knowledge Discovery and Management* (Vol. 5). <https://doi.org/10.1007/978-3-642-00580-0>
- Hasson, F., Keeney, S., & McKenna, H. (2000). Research guidelines for the Delphi survey technique. *Journal of Advanced Nursing*, 32(4), 1008–1015. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2000.t01-1-01567.x>
- Kale, Y., Petrie, S. E., Bikdash, M., & Topal, M. D. (2018). Cold-Start User-Based Weighted Collaborative Filtering for an Implicit Recommender System for Research Facilities. In *2018 IEEE 4th International Conference on Collaboration and Internet Computing (CIC)* (p. 466–471). <https://doi.org/10.1109/CIC.2018.00070>
- Kitchenham, B., Pearl Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51, 7–15. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2008.09.009>
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (2002). *The Delphi method: Techniques and Applications*. Addison-Wesley Educational Publishers Inc. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1145-z>
- Mariadoss, B. J., Milewicz, C., Lee, S., & Sahaym, A. (2014). Salesperson competitive intelligence and performance: The role of product knowledge and sales force automation usage. *Industrial Marketing Management*, 43(1), 136–145. <https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2013.08.005>
- Microsoft. (2020). Commerce, Microsoft Dynamics 365. <https://dynamics.microsoft.com/en-us/commerce/overview/>
- Nielsen, J. (1993). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Piatetski, G., & Frawley, W. (1991). *Knowledge Discovery in Databases*. MIT Press.
- Portugal, I., Alencar, P., & Cowan, D. (2018). The use of machine learning algorithms in recommender systems: A systematic review. *Expert Systems with Applications*, 97, 205–227. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.12.020>
- Rocco, R. A., & Bush, A. J. (2016). Exploring buyer-seller dyadic perceptions of technology and relationships: Implications for Sales 2.0. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 10(1), 17–32. <https://doi.org/10.1108/JRIM-04-2015-0027>
- Rolus Tech. (2020). Difference between CRM & Sales Force Automation. <https://www.rolustech.com/blog/crm-vs-sales-force-automation>
- Salesforce. (2020). Get to Know Commerce Cloud Einstein Unit, Salesforce Trailhead. <https://trailhead.salesforce.com/content/learn/modules/cc-einstein-plan-and-implement/cc-einstein-implementation-basics>
- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi Method for Graduate Research The Delphi Method for Graduate Research. *Journal of Information Technology Education*, 6, 21. <http://www.jite.org/documents/Vol6/JITEv6p001-021Skulmoski212.pdf>

- Syam, N., & Sharma, A. (2018). Waiting for a sales renaissance in the fourth industrial revolution: Machine learning and artificial intelligence in sales research and practice. *Industrial Marketing Management*, 69, 135–146. <https://doi.org/10.1016/J.INDMARMAN.2017.12.019>
- Todeschini, R., & Baccini, A. (2016). *Handbook of Bibliometric Indicators: Quantitative Tools for Studying and Evaluating Research*. Wiley. <https://books.google.com.br/books?id=7BuACgAAQBAJ>
- Vinita, S., & Feisal, M. (2017). Product knowledge and salesperson performance: rethinking the role of optimism. *Marketing Intelligence & Planning*, 35(6), 724–739. <https://doi.org/10.1108/MIP-11-2016-0199>
- Yan, R. (2011). Icon design study in computer interface. *Procedia Engineering*, 15, 3134–3138. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.588>

Plataformas digitais e departamentos de comunicação/relações públicas: uma revisão sistemática

Allana Albuquerque¹, Telmo Silva¹

allana.cs@gmail.com; tsilva@ua.pt

¹ Digimedia, Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Universidade de Aveiro, Campus Universitário de Santiago 3810-193, Aveiro, Portugal

DOI: 10.17013/risti.42.62–77

Resumo: Este artigo apresenta estudos, correntes teóricas e autores que fazem parte do atual estado da arte referente à comunicação/relações públicas e plataformas digitais. Em uma revisão sistemática, usando a metodologia Prisma, efetua o levantamento de artigos acadêmicos, publicados no período de 2015 a 2020, oriundos de dois bancos de dados: Web of Science e Scopus. Como resultado quantitativo, observa-se que os estudos relacionados a departamentos de comunicação não representam nem 1% do total de pesquisas relacionadas a plataformas digitais, tecnologias digitais ou sistemas de informação. Os resultados abrangeram a discussão sobre o conceito de plataformas digitais; a transformação digital dos departamentos de comunicação, e o papel das mídias sociais. Demonstram ainda a predominância de estudos relacionados à estratégia de comunicação nas mídias sociais, com foco na relação entre organização e seus públicos. Novas pesquisas devem explorar o gerenciamento das informações produzidas com o uso de plataformas digitais.

Palavras-chave: departamentos de comunicação social; departamento de relações públicas; plataformas digitais; mídias sociais; transformação digital.

Digital platforms and communication/public relations departments: A systematic literature review

Abstract: This article presents studies, theoretical currents and authors that are part of the current state of the art regarding communication / public relations and digital platforms. In a systematic review, using the Prisma methodology, it carries out a survey of academic articles, published in the period from 2015 to 2020, from two databases: Web of Science and Scopus. As a quantitative result, it is observed that studies related to communication departments do not represent even 1% of the total research related to digital platforms, technologies or information systems. The results covered the discussion on the concept of digital platforms, the digital transformation of communications departments, and the role of social media. They also demonstrate the predominance of studies related to the communication strategy in social media, focusing on the relationship between organizations and

their audiences. New research should explore the management of information produced using digital platforms.

Keywords: communication departments; public relations departments; digital platforms; social media; digital transformation.

1. Introdução

Na chamada Sociedade em Rede, recairá em todas as organizações e seus setores, inclusive nos departamentos de comunicação, a transformação digital ao ser entendida como “o processo que orienta a cultura, a estratégia, as metodologias e as capacidades de uma organização a partir das tecnologias digitais” (Cuenca-Fontbona, Matilla, & Compte-Pujol, 2020, p. 78). O objetivo da pesquisa é apresentar estudos, correntes teóricas e autores que fazem parte do atual estado da arte referente aos constructos comunicação e plataformas digitais (PD), mais especificamente à transformação digital dos departamentos de comunicação social/relações públicas. Os resultados apresentados buscam responder à seguinte questão de investigação: como se relacionam os estudos sobre plataformas digitais e departamentos de comunicação social?

Nesses setores circulam informações, cujos conteúdos são formatados para atingirem diversos públicos através de ferramentas tecnológicas. As PD dão às instituições o poder de alcançar milhares de pessoas, sem necessitarem do apoio da imprensa ou de terem de investir grande quantidade de recursos financeiros em publicidade. As organizações passam a conversar diretamente com seus clientes/públicos. As PDs passam a permitir uma interação mais direta e uma avaliação mais fácil dos resultados dos esforços realizados por meio de investimentos em comunicação.

A primeira parte deste artigo é destinada à descrição da estratégia de busca dos trabalhos selecionados. Essa etapa apresenta autores a partir dos quais se definiram as palavras-chave, o processo de seleção e os principais autores identificados, bem como uma análise quantitativa dos trabalhos identificados e das palavras-chave usadas. Nas duas bases de dados renomadas, utilizaram-se termos em inglês e português, em suas formas singular e plural. Essa descrição permite a continuidade do acompanhamento da temática por pesquisadores interessados sobre o tema. A segunda parte à categorização e discussão dos principais estudos selecionados. A partir desses estudos buscou-se identificar: como são tratados os conceitos de plataformas digitais e departamentos de comunicação e como eles se relacionam. Tais estudos foram abordados em três categorias: conceito de plataformas digitais; a transformação digital dos departamentos de comunicação, e o papel das mídias sociais.

2. Metodologia

A metodologia utilizada foi baseada nas diretrizes Prisma: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão (Moher et al., 2009). A partir da análise de revisões e artigos acadêmicos, publicados no período de 2015 a 2020, oriundos de dois bancos de dados: Web of Science (W) e Scopus (S). O primeiro reúne mais de 12 mil periódicos de impacto mundial, sendo o segundo o maior banco de dados de resumos e citações da literatura revisada por pares (Soriano, Alvarez, & Valdes, 2018).

Com base no objetivo proposto, foram utilizadas as seguintes palavras-chave principais para as pesquisas: “*digital platform**” OR “*digital technolog**” OR “*information system**” relacionados com dois termos secundários: “*public relation**” e “*communication**”. O primeiro conjunto de termos principais escolhidos decorre dos estudos de Reuver et al. (2018) e Passarelli, Ribeiro, Oliveira e Mealha (2014). Esses termos são usados como sinônimos de sistemas que utilizam a Web como suporte de interação entre os usuários, embora o termo plataforma digital substitua o emprego da expressão tecnologia da informação e comunicação, e absorva “o conceito de sistema tecnológico ou infraestrutura tecnológica” (Passarelli et al., 2014, p. 2160). Os termos secundários escolhidos se demonstraram adequados, em virtude do baixo quantitativo de estudos que relacionam as duas temáticas.

3. Resultados

Uma busca inicial (Wo) foi feita na categoria “administração pública” no banco de dados *Web of Science* (W) para identificar como o assunto tem sido abordado nessa área. Dos mais de 60 mil estudos indexados, no entanto, identificaram-se apenas nove com *public relation** ou *communication**, no resumo, palavras-chave ou título na categoria de periódicos da administração pública. Na base *Scopus* (So), dos mais de 90 mil estudos indexados, 14 continham *public relation** ou *communication**, nas categorias “*Computer Science*”, “*Social Sciences*” e “*Multidisciplinary*”.

Nesta primeira rodada de buscas, dos 23 inicialmente selecionados a partir das duas bases de dados, permaneceram 12 trabalhos após a exclusão daqueles pertencentes a periódicos relacionados às áreas de agricultura, gerontologia, ciência da saúde, planejamento urbano, engenharia elétrica e civil, até mesmo de administração quando o tema estava muito fora do procurado. Essa primeira busca já sinalizou para a escassez de pesquisas relacionadas ao conceito de plataformas digitais e comunicação.

Em uma outra rodada de pesquisa, foram utilizados três conjuntos de palavras-chaves mais específicas, representando, respectivamente, os conjuntos W1, W2 e W3 na base de dados *Web of Science* e os conjuntos S1, S2 e S3 na *Scopus*: (i) *public relations OR communication* consultanc* OR communication* department* OR communication* advisor* (W1/S1)*; (ii) *organizational communication* OR corporate* communication* OR institutional communication* OR business communication* (W2/S2)*; (iii) *public communication OR government communication (W3/S3)*. Os operadores booleanos foram usados para inclusão de palavras no singular e no plural (*).

Cada conjunto acima foi relacionado, posteriormente e separadamente, com cada um dos seguintes termos: *digital platform**; *digital technolog**; *information system**. Somadas todas as rodadas de buscas apenas dos termos principais, detectaram-se mais 185 mil artigos. A Tabela 1 consolida os quantitativos de cada conjunto de pesquisa e demonstra um total de 115 selecionados após a exclusão de trabalhos duplicados. Verifica-se que a base de *Web of Science* reúne 72% do número de publicações relacionadas à comunicação e às plataformas digitais. Apenas quatro artigos foram identificados em língua portuguesa, representando os conjuntos W4 e S4.

	Resultados termos principais	Após filtro com termos secundários	Selecionados
Wo	63.616	5.882	9
W1 a W4	10.928	617	91
So	91.404	1.880	14
S1 a S4	19.794	103	25
Total	185.742	8.482	139
Total selecionados sem duplicados			115

Tabela 1 – Resultados encontrados nos processos de busca

Embora plataformas digitais sejam ferramentas de trabalho dos departamentos de comunicação, ao analisarmos as duas estratégias de busca se observa que, em ambos os casos, a relação entre plataformas digitais e departamentos de comunicação social representa menos de 1% dos estudos feitos nos últimos cinco anos. Há diversas lacunas a serem exploradas já os estudos que envolve a comunicação no âmbito digital são recentes. Segundo Garcia-Orosa (2019), a comunicação organizacional online se inicia praticamente ao mesmo tempo que o desenvolvimento da prática profissional. A sistematização de um processo de pesquisa é sempre importante para manter a continuidade e o acompanhamento de um determinado tema. No entanto, observa-se que o uso de palavras-chave será sempre um caminho incompleto na identificação de pesquisas ligadas ao objeto de pesquisa de qualquer ordem, pois a diversidade semântica de cada palavra dada a partir experiência de cada pesquisador acaba por levar a rotas que nem sempre se cruzam.

3.1. Análises global

Com base nas buscas, foi possível realizar uma análise quantitativa de correlação das palavras-chave e de publicações em periódicos relacionados às áreas de Comunicação e Ciência da Informação. Na *Web of Science*, identificaram-se quatro artigos (Huertas & Oliveira, 2019; Rothberg & de Camargo, 2018; Wolf & Archer, 2018; Zotova, 2016) a partir da relação entre plataformas ou tecnologias digitais com departamento de comunicação social (W1) e comunicação pública/governamental (W3). Interessante notar que os estudos sobre plataformas digitais não têm se relacionado com aqueles sobre comunicação organizacional (W2), que apresenta o maior quantitativo de artigos identificados. Isso provavelmente é explicado pela forte conexão existente entre os estudos de gestão e de comunicação organizacional com os relacionados à identidade organizacional, cultura organizacional, globalização, poder, liderança e socialização organizacional (Evans, 2016). Apesar da transformação digital das organizações, os pesquisadores de comunicação organizacional ainda precisam explorar as ferramentas digitais e suas interferências nos fluxos de informação e de comunicação.

Na base de dados *Scopus*, um artigo (Ao & Huang, 2020) aparece relacionado a três termos: plataformas digitais (S0), comunicação pública/governamental (S1) e comunicação organizacional (S3). Outro artigo selecionado trata dos desafios da informação e comunicação sistematizadas no fortalecimento as organizações públicas (Rangel & Hernández, 2019), relacionando os conjuntos S0 e S1.

Uma outra análise visou identificar artigos e revisões ainda mais específicos no que tange a relação entre plataformas digitais e departamentos de comunicação. Para isso, foi coletada uma série de informações, como (a) acesso aberto; origem do periódico, (b) quartis JCR e SJR (c) categoria temática JCR e SJR, (d) Index H SJR, (e) fator de impacto JCR. Com base nesses dados, optou-se por uma nova exclusão de publicações de temáticas relacionadas, por exemplo, a hotelaria, planejamento urbano, geografia, agricultura, saúde, gerontologia, psicologia, engenharia, história e artes, criminologia.

A partir desse recorte, foi possível fazer uma análise mais acurada dos trabalhos publicados que envolvem a temática, notadamente nas áreas de Comunicação, Ciência da Informação e Computação. Embora em 2017 tenha havido um decréscimo; de 2015 ao primeiro quadrimestre de 2020, observa-se aumento das publicações relacionadas à temática comunicação/relações públicas e plataformas digitais (Gráfico 1), totalizando 92 artigos no período.

Todos foram analisados, no entanto esta revisão de literatura teve como foco estudos voltados a uma abordagem mais específica no que se referente a departamentos de comunicação social. Apesar de esse número ser volátil devido à inserção diária de novas publicações nas bases de dados, essa análise dá uma visão geral do aumento de estudos que relacionam tais temáticas.

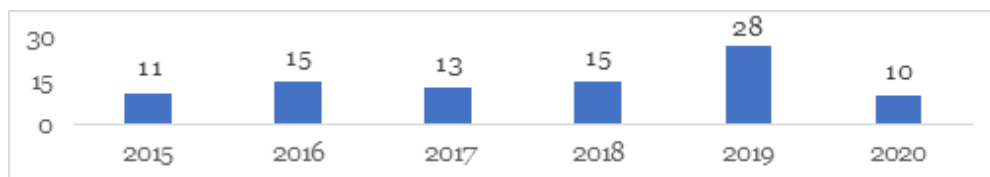


Gráfico 1 – Quantidade de publicações por ano relacionadas à temática comunicação/ relações públicas e plataformas digitais

De 2015 a 2018, houve uma estabilidade no número de publicações. Em 2019, a quantidade quase dobrou em relação ao anterior. Apenas no primeiro quadrimestre de 2020, houve o registro de 10 publicações. Os periódicos *Government Information Quarterly*, do Reino Unido, e *Professional de La Information*, da Espanha, registraram quatro publicações, cada um. A revista inglesa possui fator de impacto (2018) de 4,311 e qualificação Q1 – em ambos os indicadores JCR (Biblioteca e Ciência da Informação) e SJR (categoria *E-learning*, Direito, Biblioteca e Ciência da Informação, Sociologia e Ciência Política). De acesso aberto, o jornal espanhol trata de assuntos ligados à comunicação, informação, indicadores, bibliotecas e tecnologias, sendo qualificado como Q2 (Comunicação, Biblioteca e Ciência da informação), com fator de impacto (2018) 1.505, na base Web of Science; e Q1 (Biblioteca e Ciência da Informação) e

Q2 (Comunicação e Sistemas de informação) a partir da análise do Scopus. A *Public Relations Review* (SJR Q1) registrou três artigos publicados.

3.2. Perspectivas teóricas

Os dois principais constructos desta revisão sistemática se relacionam em diversos campos de estudos. Ao se trilhar quadros teóricos identificáveis a partir desta metodologia e de outros caminhos já pesquisados, observa-se que as tecnologias digitais passaram pelo determinismo tecnológico, pelo construtivismo social e pela natureza sociotécnica (Ma, 2020). No campo da Ciência da Informação, as abordagens conceituais se encontram associadas à coleta, ao armazenamento e ao uso dos dados. Em estudos de Ciência e Tecnologia, a dedicação está na própria tecnologia, como a coprodução de usuários e de artefatos, a configuração mútua de humanos, do desenho tecnológico e da infraestrutura.

O foco dos pesquisadores de sistema de informação tem sido as plataformas digitais utilizadas nas indústrias, com o intuito de compreender a cadeia de valor e as generalidades voltadas ao lucro (Reuver et al., 2018). No setor público, o núcleo está na capacidade de aprimorar a cocriação de valor a partir da oferta sistemática de produtos e serviços (Hautamäki & Oksanen, 2018).

Quanto aos estudos em comunicação, há uma preocupação com a democratização das tecnologias digitais para facilitar mudanças sociais positivas, bem como se voltam à lógica que envolve os sistemas digitais. As discussões abrangem a lógica e o controle do poder incorporado em protocolos “que governam a adoção e implementação de tecnologias específicas, e o intercâmbio e o fluxo de dados e informações” (Ma, 2020, p. 147)(MA, 2020).

3.2.1. O que são plataformas digitais?

Diante do alerta de Reuver et al. (2018) para que os estudos sempre apresentem o conceito de plataforma digital, evitando assim torná-lo apenas uma moda ou não permitindo a comparabilidade entre pesquisas. Ainda mais ao vê-lo sendo utilizado em diversas ações publicitárias – Youtube, Airbnb, Facebook, Twitter, Globo Play, Disney Play, Amazon Prime. Um dos passos mais importantes nesta investigação foi o de identificar um possível histórico e conceitos.

Verifica-se que, no campo acadêmico, poucas são as discussões conceituais do termo plataforma digital, que teria surgido por volta de 2010, com o seu uso na descrição de serviços online de intermediários de conteúdo para diversos públicos, entre eles consumidores, imprensa e comentaristas (Gillespie, 2010, p. 348).

Em 2014, pesquisadores da Universidade do Porto e de Aveiro, Brasilina, Passarelli, Oliveira e Mealha discutem o termo no livro *e-Infocomunicação – fruto do desenvolvimento do curso doutoral Informação e Comunicação em Plataformas Digitais*. Afirmam que o seu uso é visto com frequência em substituição da expressão tecnologia da informação e comunicação. Entendem que por ser digital indica “uma base tecnológica concebida e usada humana e socialmente para que se produza, armazene, recupere, dissemine, comunique e transforme o fluxo informacional” (Passarelli et al., 2014, l. 2157).

Quatro anos depois, em a Sociedade da Plataforma, Dijck, Poell e Wall (2018) apresentam os elementos que compõe uma plataforma digital: dados, automatização, organização através de algoritmos e interfaces, formalização através de relações de propriedade impulsionadas por modelos de negócios e regidas por contratos de usuário. Ao se apoiar nesse trabalho, D’Andrea (2020) destaca a capacidade mensurável e de armazenagem das plataformas digitais ao transformar práticas off-line em online, o que fomentaria a ideologia do dataísmo, ou seja, a crença na quantificação objetiva. Não haveria objetividade ou neutralidade ao se escolher o que armazenar e, principalmente, ao interpretar e ao gerir o social a partir de dados estruturados. Ma (2020, p. 145) apresenta o seguinte conceito para tecnologias digitais: “plataformas, caminhos ou canais com características emancipatórias propícias à disseminação de informações, expressão pessoal, deliberação democrática e ação coletiva”.

Todas essas definições são bastantes amplas e servem na prática para descrever sistemas de informação (Marques, 2020), sites, intranets (Rangel & Hernández, 2019) e notadamente mídias sociais, bem como aplicativos de rede social móvel (Wei, Huang, & Zheng, 2018). A diferença recai apenas na tela usada, em vez do écran do computador, alguns utilizam predominantemente celulares ou *tablets*.

A abrangência do seu conceito, no entanto, pode prejudicar a compreensão do seu significado. Com o intuito de dar mais objetividade e clareza, propõe-se a seguinte proposta conceitual para PD: base tecnológica capaz de promover a produção, o armazenamento, a recuperação, a disseminação de informações e a interação, de maneira dialógica ou não dialógica, entre seus usuários.

Vejam que a conceituação de PD aponta assim características relacionadas a sua capacidade de gerir informação como de promover o relacionamento entre pessoas. Após sua conceituação, podemos avançar ao ponto central desta investigação, que envolve as descobertas sobre como os estudos sobre departamentos de comunicação PD se relacionam.

3.2.2. A transformação digital dos departamentos de comunicação

Na quarta revolução industrial (Gasca-Hurtado & Machuca-Villegas, 2019), todas as empresas serão de tecnologia direta ou indiretamente (Walker, Bowkett, & Duchaine, 2018) disruptive technologies, and the Internet of Things, dependency on information and communication technology (ICT, pois uma empresa não sobrevive longe do uso das tecnologias da informação e comunicação. Com a convergência tecnológica e criação constante de novas formas de comunicação, os departamentos de comunicação social têm sido desafiados a se adaptarem e a criarem novos fluxos de informação e comunicação para atingirem os públicos de interesse.

A implementação de plataformas digitais, nos seus mais diferentes escopos, carrega em seu bojo a redefinição de rotinas organizacionais, culturas, estruturas, habilidades e conhecimentos. Usadas para a mediação infocomunicacional, geram fluxos informacionais estruturados, caracterizados por sua visibilidade e pelo “resultado das atividades e tarefas desenvolvidas de forma repetitiva no ambiente organizacional, apoiados por procedimentos e especificações claras” (Valentim, 2010, pp. 18–19).

Quando se fala em medição do impacto das TIC, valores de negócio e benefícios tornam-se sinônimos, podendo ser classificados como tangíveis (financeiros) e intangíveis ou suaves (não financeiros). Os objetivos de gestão para a implantação de projetos de TIC transitam entre os transacionais, informacionais, estratégicos e infraestruturais (Saleem et al., 2020). Desse modo, o uso de plataformas digitais traz a ideia de uma organização da informação que possa auxiliar na prestação de contas, com o maior controle das práticas de linha de frente, no aumento da vantagem competitiva, no melhor desempenho organizacional e humano.

Nos departamentos de comunicação, a transformação digital ocorre paralelamente com a consolidação da Internet como ferramenta de comunicação e troca de informações, com destaque para o uso constante de redes sociais (Baca et al., 2016; Foroudi & Montes, 2017; Rincon & Ortuño, 2018), e de outras ferramentas digitais destinadas ao controle do fluxo informacional e de relacionamento com seus diversos públicos (Androutsopoulou, Karacapilidis, Loukis, & Charalabidis, 2019).

Diante desse contexto, para avançarmos na discussão, cabe esclarecer o que entendemos como departamento de comunicação social, ou simplesmente, departamento de comunicação. São setores responsáveis por atividades de jornalismo, publicidade e relações públicas em uma organização, seja pública ou privada.

Na América Latina e na Europa, são chamados, comumente, por Secretarias, Departamentos, Diretorias ou Assessorias de Comunicação. Embora alguns estudiosos apontem ser preponderante o rótulo de Relações Públicas, nos Estados Unidos, não há consenso nessa nomenclatura. Muitas universidades têm optado por fundir marketing, comunicação e relações públicas (Rivero Hernández, 2017).

No âmbito da comunicação social, é perceptível a atratividade de pesquisadores por temáticas que envolvam estratégias de comunicação ou de marketing voltadas ao fortalecimento da imagem das organizações e seus produtos perante seus públicos-alvo, como Ibrahim, Ismail, Amer, & Jani (2019). Os pontos centrais das pesquisas tem sido assim estratégias de negócios ou de comunicação – o que Soriano et al. (2018) chamam de práticas de comunicação – a maioria relacionada ao uso de plataformas de mídias sociais, como blogs, Facebook, Twitter e Youtube.

Mais especificamente no caso das relações públicas digitais, há a preponderância de pesquisas voltadas às estratégias de relacionamento entre instituições e seus diversos públicos. Estudos publicados especificamente sobre o tema, entre 2008 e 2014, observaram uma mudança na perspectiva das pesquisas, que passaram da funcional (período de 1960 e 1980) para a co-criacional (a partir de 1990), abrangendo as teorias dialógicas, de excelência, situacional e das partes interessadas. Segundo Huang, Wu, & Huang (2017), são três os estágios para o desenvolvimento da pesquisa em relações públicas digitais.

O primeiro é chamado de estágio de brotamento (1992-2003), no qual os pesquisadores descrevem a internet de forma geral, sem rigor acadêmico e sem estruturas teóricas, sendo site e e-mail os dois mais frequentes estudos sobre formas de mídia. O segundo é a etapa de diversificação (2004-2007), no qual a internet é estudada como meio de comunicação. É nesse período que são criados os

blogs (2004) e mídias sociais como o Facebook (2004), Youtube (2006) e o Twitter em 2007. Nesse contexto, as mídias sociais e os sites organizacionais passam a ser os principais objetos de estudos. O terceiro estágio, que se inicia em 2008 e vai até os dias atuais, corresponde a fase de avanço, que examina o potencial das mídias sociais, que passam a alcançar não só pessoas, mas diversas organizações com a criação de suas contas oficiais. Segundo esses autores até 2014, não houve contribuições teóricas radicais.

Em uma realidade de escassez de mão de obra, os profissionais de comunicação acabam por serem multitarefas e incorporando o uso de plataformas digitais como ferramentas de trabalho, sem a capacidade de utilizá-las mais estrategicamente. Embora as plataformas digitais façam parte da rotina desses profissionais, eles as percebem como um instrumental, sem serem capazes de compreender a mudança no paradigma comunicacional, estando imersos no jornalismo analógico, ou seja, a informação segue se difundindo em uma bimedialidade (texto e imagem) e em uma narrativa linear (Baca et al., 2016). São consideradas como parte de um kit de ferramentas de comunicação (Wolf & Archer, 2018).

Apesar de vistas como ferramentas, os papéis, funções e estruturação organizacional dos departamentos de comunicação passam necessariamente pelo uso das redes sociais. Segundo Rivero Hernández (Rivero Hernández, 2017), seis seriam as áreas de atuação desses departamentos: relações públicas institucionais, mídia, eventos e protocolo; comunicação interna; promoção, divulgação e admissões; mídia (redes internas e sociais); patrocínios, alianças e arrecadação de fundos; e o design do setor, que abrangeria funções para o bom desempenho do departamento. A missão dessas áreas deve abranger o planejamento, o desenvolvimento, o gerenciamento e a supervisão dos processos de comunicação, para o fortalecimento do sentido de pertencimento e fidelização de seus públicos, tornando visível o trabalho institucional, tanto interna quanto externamente. Cabe salientar ainda que, entre as funções desses setores, estão o conhecimento e o atendimento dos cidadãos, jornalistas e cientistas da comunidade, prezando pela disseminação de informações corretas e completas (Salinas, 2016).

O estudo do projeto estrutural de um departamento de comunicação não possui expressividade – o que significa ainda não haver definição de um modelo estrutural dominante. Geralmente a estrutura departamental é baseada no público e no mercado, sendo eficaz aquela capaz de se adaptar a necessidades internas e externas. Essas foram algumas das conclusões do estudo conduzido, em 2017, pela *Research Foundation of International Association of Business Communications* (IABC). Baseados na Teoria da Excelência em Relações Públicas (Grunig, 2011) e em teorias da administração, Moss, Likely, Sriramesh e Ferrari (2017) entrevistaram chefes de departamentos de comunicação dos cinco continentes: Ásia, África, Europa, América Latina e América do Norte. Entre as principais atividades desses setores, 71,2% destacaram as atividades baseadas na web. Um dado importante desse estudo é que, das 278 organizações estudadas, 145 (60%) possuíam até 10 empregados nos departamentos de comunicação, apenas 32 informaram possuir mais de 50.

Alguns estudos têm explorado ligações emergentes entre relações públicas e a gestão de informação, ou seja, o processo sistemático de gerenciamento de dados e informações

voltado à tomada de decisão. Soriano; Álvarez; Valdés (2018) discutem o termo comunicação estratégica no contexto de alta tecnologia, sendo entendido como o gerenciamento de comunicação entre a organização e seu público, não apresentando diferença substancial no que diz respeito ao próprio conceito de relações públicas apresentado pela *Public Relations Society of America* (2012).

Ligado ao uso de tecnologias digitais, os pesquisadores apresentam o conceito de Inteligência de Relações Públicas, que expressa a necessidade de conhecimento especializado na coleta de informações para aprimoramento de relacionamentos, “a fim de se adaptar a uma mudança ou ambiente incerto” (Soriano et al., 2018, p. 123). Como informações de valor agregado são a base para a tomada de decisões de qualquer pessoa, setor ou instituição, esse é o modo defendido pelos autores de aumentar a capacidade de uma instituição antecipar, influenciar e colaborar com o sucesso de um negócio.

Também relacionada a essa perspectiva de gerenciamento de dados e informações, Pereira Villazon, Portilla Manjon, & Rodriguez Salcedo (2019) analisaram 41 trabalhos para investigar o estado da arte relacionado à gestão de Big Data em Relações Públicas. Relacionado ao volume, velocidade e variedade de dados, trazem à discussão conceitos como a veracidade, que representa o grau de confiabilidade das fontes de dados; e o valor, que implica os dados devem ter significado para poder ajudar as organizacionais na tomada de decisão. Reforçam a necessidade de profissionais, como acadêmicos de relações públicas de compreenderem a nova cultura empresarial e econômica na qual a conectividade obriga a redesenhar estratégias de comunicação corporativa.

Pereira Villazon et al. (2019) mostram ainda que um dos principais usos de Big Data se apresenta na comunicação com audiências específicas. Afirmam que o uso de dados e métricas podem ser eficazes para a análise de padrões, como para a análise da probabilidade preditiva para um evento. No entanto, a qualidade de trabalhos que abordam explicitamente a gestão de Big Data em Relações Públicas é escassa. Para eles, se a tendência de os profissionais de relações públicas continuarem a não se darem conta do potencial de gestão de dados, corre-se o risco de ficarem muito atrás de outros campos, ignorando o potencial das contribuições da disciplina de RP no êxito do sistema de Big Data nas organizações.

É preciso que os profissionais de comunicação tenham participação na linguagem e na comunicação decorrente do uso Big Data, contribuindo na construção dos algoritmos e protegendo a esfera social contra práticas discriminatórias. Os algoritmos não são neutros, influenciados pelas escolhas pessoais dos seus autores (Holtzhausen, 2016).

Em países como o Canadá, estudos apontam cinco tecnologias como as principais impulsionadoras da economia: realidade virtual e aumentada; tecnologia móvel de quinta geração; impressão 3D; blockchain, e Inteligência Artificial (Walker et al., 2018). Observa-se assim que o uso de novas tecnologias, de plataformas digitais, tem sido imposto em virtude do processo de transformação digital que atinge toda a sociedade, devendo ser objeto de maior atenção por parte de pesquisadores, profissionais e, principalmente, gestores de comunicação. Embora seja uma temática de difícil acesso por pesquisadores, importante considerar o caminho da evolução histórica de cada país no que se refere ao trabalho e uso dos departamentos de comunicação pelas forças governamentais e políticas (Tantivejakul, 2019).

3.2.3. Mídias sociais: a principal perspectiva de estudo de plataformas digitais

As mídias sociais têm sido vistas como as principais ferramentas de estudo no que se refere a plataformas digitais no âmbito dos estudos de comunicação. De acordo com Kaplan e Haenlein (2010, p. 61), os tomadores de decisão e consultores buscam maneiras pelas quais as empresas podem fazer o uso lucrativo de aplicativos ou mídias sociais, sendo elas consideradas como “um grupo de aplicativos baseados na Internet que se baseiam nas bases ideológicas e tecnológicas da Web 2.0 e que permitem a criação e troca de conteúdo gerado pelo usuário”.

As pesquisas de relações públicas têm se concentrado em abordagens relacionais que, segundo Kennedy & Sommerfeldt (2015), falham na capacidade de demonstrar que as mídias sociais vão além da disseminação de informações, permitindo a ilusão de que promovem diálogo genuíno. Dentro de uma perspectiva pós-moderna, eles defendem que o debate deveria estar sobre o poder presente nas mãos dos profissionais de comunicação decorrente do uso das mídias sociais, o que se deve refletir em estudos sobre ética e obrigações dentro desse sistema de relacionamento. A construção plural do consenso a partir da promoção do dissenso por organizações também poderia estar nas pautas de pesquisas, assim como a compreensão das emoções por meio do jogo de linguagem utilizada que são tidas como irracionais, mas envolvem em si ironia, humor, paródia, sátira e sarcasmos. Alertam ainda sobre a necessidade de análise da exclusão digital e da habilidade tecnológica para o uso de mídias sociais com o propósito de fomentá-la em espaços que chamam de subalternos.

Poucos estudos caminham nessa perspectiva pós-moderna. Mosca e Quaranta (2016) tratam da relação entre informação política e participação em sistemas de mídia tradicionais e digitais, entre os quais se destacam petições e boicotes a marcas pelas mídias sociais. Sob a vigência da pandemia da Covid-19, espera-se que emergjam mais pesquisas sobre o papel das mídias sociais na inclusão digital, conforme defende Kennedy & Sommerfeldt (2015).

Na contramão dessa visão pós-moderna, diversos artigos foram identificados referentes ao uso de mídias sociais na estratégia de comunicação com a população ou com clientes. Allagui e Breslow (2016) investigaram quatro campanhas de relações públicas premiadas que utilizaram, o que eles chamam, de uma variedade de plataformas de mídias sociais. Destacaram que número de curtidas, ROI e o valor equivalente de publicidade têm sido substituídos por conceitos como engajamento, tom, autoridade, atenção, interação, relacionamento e participação.

Ao e Huang (2020) afirmam também que o principal objetivo das pesquisas em termos de tecnologia da informação e comunicação tem sido a medição do engajamento e da capacidade de resposta em sites. Tratam da comunicação dialógica – construção de relacionamentos efetivos entre organizações e públicos por meio da troca de ideias e opiniões – e apresentam os cinco princípios têm sido os mais estudados: loop dialógico, geração de visitas, utilização da informação, conservação dos visitantes e facilidade de interface. Ressaltam ainda a importância do estudo dos antecedentes da implementação do diálogo, como o contexto ambiental, o tipo de comportamento de resposta organizacional, tipo de organização e características, orientação de diálogo online, tipo

de crise, suporte emocional, competências do profissional, a idade do usuário, o nível de responsabilidade percebido e entendimento de TICs.

Fato é que pesquisadores de diversos países estão estudando as mídias sociais, seja pelo potencial financeiro ou de envolvimento social e político. Na Polônia, pesquisa indicou o aumento da atividade em plataformas de redes sociais como parte da melhoria da governança de comunidades rurais (Krzysztof, 2019). O Twitter foi analisado como ferramenta de comunicação com os cidadãos e melhoria de resultados governamentais em 500 cidades norte-americanas (Feeney, Fusi, Camarena, & Zhang, 2020). Em Barcelona, Huertas e Oliveira (2019) analisaram mensagens feitas por empresas de turismo pelo Twitter após ataques terroristas à cidade, com o propósito de investigar como esse setor lida com essas situações. É possível identificar ainda estudos sobre aspectos comunicacionais entre consultorias virtuais e seus usuários (Li & Mao, 2015).

4. Considerações finais

Embora a transformação digital tenha chegado aos departamentos de comunicação e seja possível coletar diversos dados produzidos, de modo organizado, falta analisar mais profundamente essa nova realidade. Não há estudos, por exemplo, que explorem o aprimoramento dos processos de trabalho, a otimização dos recursos financeiros e até mesmos tecnológicos.

Uma grande parte dos esforços dos pesquisadores estão voltados a uma melhor compreensão e aprimoramento de relacionamentos com seus diversos públicos, com um olhar especial para as mídias sociais. Sugerem-se estudos que conectem as plataformas digitais aos departamentos de comunicação no sentido de preencher lacunas, principalmente, no que se refere ao poder que os departamentos de comunicação possuem ao serem os responsáveis pelo gerenciamento de diversas PDs de interação com o público-alvo de uma organização.

Apesar de as inovações e transformações decorrentes do uso de tecnologias digitais apontarem pela substituição de diversas atividades do homem pela máquina, os profissionais de comunicação possuem habilidades extremamente humanas que são fundamentais tanto para analisar e dar transparência a uma infinidade de dados, que são produzidos diariamente dentro de uma organização, quanto para contar essa nova parte da história da humanidade.

Assim é fundamental uma perspectiva integradora e holística sobre o papel desses setores nas organizações. É o que se pretende com a próxima etapa do projeto de doutoramento, do que qual esta revisão bibliográfica faz parte. Atenção deve ser dada, principalmente, à lógica de obtenção dos dados baseados no uso das plataformas digitais a partir da perspectiva de profissionais de comunicação. As redes sociais são apenas uma das frentes possíveis a serem exploradas.

Referências

- Allagui, I., & Breslow, H. (2016). Social media for public relations: Lessons from four effective cases. *Public Relations Review*, 42(1), 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2015.12.001>

- Androutsopoulou, A., Karacapilidis, N., Loukis, E., & Charalabidis, Y. (2019). Transforming the communication between citizens and government through AI-guided chatbots. *Government Information Quarterly*, 36(2), 358–367. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.10.001>
- Ao, S. H., & Huang, Q. S. (2020). A systematic review on the application of dialogue in public relations to information communication technology-based platforms: Comparing English and Chinese contexts. *Public Relations Review*, 46(1). <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2019.101814>
- Baca, A. T., Pascuas, Y. P., Artunduaga, C. R., Ramírez, M. S. P., Palomá, J. S. A., & Cerón, J. S. S. (2016). Percepciones de los medios periodísticos digitales sobre las tecnologías de la comunicación y la información en el Departamento del Huila (Colombia). *Question*, 1(49), 515–525.
- Cuenca-Fontbona, J., Matilla, K., & Compte-Pujol, M. (2020). Transformación digital de los departamentos de relaciones públicas y comunicación de una muestra de empresas españolas. *Revista de Comunicación*, 19(1), 75–92. <https://doi.org/10.26441/rc19.1-2020-a5>
- D'Andréa, C. (2020). *Pesquisando Plataformas Online: Conceitos e Métodos*. EDUFBA.
- Evans, S. K. (2016). Staying Ahead of the Digital Tsunami: The Contributions of an Organizational Communication Approach to Journalism in the Information Age. *Journal of Communication*, 66(2), 280–298. <https://doi.org/10.1111/jcom.12217>
- Feeney, M. K., Fusi, F., Camarena, L., & Zhang, F. (2020). Towards more digital cities? Change in technology use and perceptions across small and medium-sized US cities. *Local Government Studies*, 46(5), 820–845. <https://doi.org/10.1080/03003930.2019.1690993>
- Foroudi, P., & Montes, E. (2017). Corporate e-communication: Its relationship with corporate logo in the construction of digital interaction platforms. *Bottom Line*, 30(3), 201–215. <https://doi.org/10.1108/BL-08-2017-0023>
- Garcia-Orosa, B. (2019). 25 years of research in online organizational communication: Review article. *Profesional De La Informacion*, 28(5). <https://doi.org/10.3145/epi.2019.sep.17>
- Gasca-Hurtado, G. P., & Machuca-Villegas, L. (2019). Era da Quarta Revolução Industrial. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (34), 11–15. <https://doi.org/10.17013/risti.34.0>
- Grunig, J. E. (2011). Teoria Geral de Excelência em Relações Públicas. In *Relações Públicas: teoria, contexto e relacionamento* (2ª ed., pp. 43–129). Difusão Editora.
- Hautamäki, A., & Oksanen, K. (2018). Digital Platforms for Restructuring the Public Sector. In M. L. Smedlund, A. Lindblom (Ed.), *Collaborative Value Co-creation in the Platform Economy* (pp. 91–108). https://doi.org/10.1007/978-981-10-8956-5_5

- Holtzhausen, D. (2016). Datafication: threat or opportunity for communication in the public sphere? *Journal of Communication Management*, 20(1), 21–36. <https://doi.org/10.1108/JCOM-12-2014-0082>
- Huang, Y.-H. C., Wu, F., & Huang, Q. (2017). Does research on digital public relations indicate a paradigm shift? An analysis and critique of recent trends. *Telematics and Informatics*, 34(7), 1364–1376. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2016.08.012>
- Huertas, A., & Oliveira, A. (2019). How tourism deals with terrorism from a public relations perspective: A content analysis of communication by destination management organizations in the aftermath of the 2017 terrorist attacks in Catalonia. *Catalan Journal of Communication & Cultural Studies*, 11(1), 39–58.
- Ibrahim, I., Ismail, A. F. M. F., Amer, A., & Jani, S. H. M. (2019). The effectiveness of mass marketing communication as a digital logistics tools in promoting a new online public service platform. *International Journal of Supply Chain Management*, 8(4), 177–185.
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2010). Users of the world, unite! The challenges and opportunities of Social Media. *Business Horizons*, (53), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2009.09.003>
- Kennedy, A. K., & Sommerfeldt, E. J. (2015). A Postmodern Turn for Social Media Research: Theory and Research Directions for Public Relations Scholarship. *Atlantic Journal of Communication*, 23(1), 31–45. <https://doi.org/10.1080/15456870.2015.972406>
- Krzysztof, K. (2019). Use of information and communication technologies in official websites of Gminas. Are the polish rural and urban-rural local governments prepared to communicate with the younger generation – digital natives, generation Y. *Public Administration Issues*, (5), 140–154. <https://doi.org/10.17323/1999-5431-2019-0-5-140-154>
- Li, M., & Mao, J. (2015). Hedonic or utilitarian? Exploring the impact of communication style alignment on user's perception of virtual health advisory services. *International Journal of Information Management*, 35(2), 229–243. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2014.12.004>
- Ma, L. (2020). Rethinking democratizing potential of digital technology: A review of technology and communication studies. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 18(1), 140–156. <https://doi.org/10.1108/JICES-02-2019-0022>
- Marques, B. P. (2020). Aplicações dos sistemas de informação: Quais as áreas de aplicação? *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 40(12), 11–16. <https://doi.org/10.17013/risti.40.0>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- Mosca, L., & Quaranta, M. (2016). News diets, social media use and non-institutional participation in three communication ecologies: comparing Germany, Italy and the UK. *Information Communication & Society*, 19(3), 325–345. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2015.1105276>
- Moss, D., Likely, F., Sriramesh, K., & Ferrari, M. A. (2017). Structure of the public relations/communication department: Key findings from a global study. *Public Relations Review*, 43(1), 80–90. <https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2016.10.019>
- Passarelli, B., Ribeiro, F., Oliveira, L., & Mealha, O. (2014). Identidade conceitual e cruzamentos disciplinares. In *e-Infocomunicação: estratégias e aplicações* (pp. 79–121). Senac.
- Public Relations Society of America. (2012). Public Relations refined: a modern definition for the new Era of Public Relations. Retrieved January 25, 2021, from <http://prdefinition.prsa.org/index.php/2012/04/11/the-modern-definition-of-public-relations/#:~:text=Based on a public vote,between organizations and their publics.>
- Rangel, M. de J. H., & Hernández, M. L. M. (2019). Desafíos de la información sistematizada y comunicación en el fortalecimiento de organizaciones públicas. *Revista de Ciencias Sociales*, 25(4), 51–64. <https://doi.org/10.31876/rcs.v25i4.30516>
- Reuver, M. de, Sorensen, C., & Basole, R. C. (2018). The digital platform: a research agenda. *Journal of Information Technology*, 33(2), 124–135. <https://doi.org/10.1057/s41265016-0033-3>
- Rincon, A. R. F., & Ortuño, P. A. H. (2018). Relaciones públicas y sector inmobiliario.: Nuevas estrategias de comunicación digital. *Obra Digital: Revista de Comunicación*, (15), 31–49. <https://doi.org/10.25029/od.2017.176.15>
- Rivero Hernández, M. (2017). Redimensionamiento del área de Comunicación de la Universidad La Salle Cancún. *Revista Internacional de Relaciones Públicas*, VII(13), 161–180. <https://doi.org/10.5783/revrrpp.v7i13.415>
- Rothberg, D., & de Camargo, M. G. (2018). Public Relations and sustainability: the quality of digital public communication of environmental governing organizations. *Revista Internacional de Relaciones Publicas*, 8(15), 153–176. <https://doi.org/10.5783/RIRP-15-2018-09-153-176>
- Saleem, F., Salim, N., Altalhi, A. H., Ullah, Z., AL-Malaise AL-Ghamdi, A., & Mahmood Khan, Z. (2020). Assessing the effects of information and communication technologies on organizational development: business values perspectives. *Information Technology for Development*, 26(1), 54–88. <https://doi.org/10.1080/02681102.2017.1335279>
- Salinas, L. B. (2016). How to analyze the characteristics of communication departments in hospitals and their consequences to citizens? Methodological example. *Revista de Comunicacion de La Seeci*, 20(39), 105–126. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2016.39.105-126>

- Soriano, A. S., Alvarez, C. L., & Valdes, R. M. T. (2018). Bibliometric analysis to identify an emerging research area: Public Relations Intelligence-a challenge to strengthen technological observatories in the network society. *Scientometrics*, 115(3), 1591–1614. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2651-8>
- Tantivejakul, N. (2019). The never changing story: Eight decades of the government public relations department of Thailand. *Public Relations Review*, 45(2), 258–266. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pubrev.2018.08.009>
- Valentim, M. L. P. (2010). *Ambientes e fluxos de informação*. São Paulo: Cultura Acadêmica.
- Van Dijck, J., Poell, T., & De Waal, M. (2018). *The platform society: Public values in a connective world*. Oxford University Press.
- Villazon, T. P., Manjón, I. P., & Salcedo, N. R. (2019). Big data y Relaciones Públicas. Una revisión bibliográfica del estado de la cuestión. *Revista de Comunicacion-Peru*, 18(1), 151–165. <https://doi.org/10.26441/RC18.1-2019-A8>
- Walker, V., Bowkett, G., & Duchaine, I. (2018). All Companies Are Technology Companies: Preparing Canadians with the Skills for a Digital Future. *Canadian Public Policy*, 44(S1), S153–S158. <https://doi.org/10.3138/cpp.2018-011>
- Wei, R., Huang, J., & Zheng, P. (2018). Use of mobile social apps for public communication in China: Gratifications as antecedents of reposting articles from WeChat public accounts. *Mobile Media & Communication*, 6(1), 108–126. <https://doi.org/10.1177/2050157917728100>
- Wolf, K., & Archer, C. (2018). Public relations at the crossroads: The need to reclaim core public relations competencies in digital communication. *Journal of Communication Management*, 22(4), 494–509. <https://doi.org/10.1108/JCOM-08-2018-0080>
- Zotova, D. V. (2016). Key Skills of Professionals for Public Relations in Conditions of Modern Communication Systems. *S. Voprosy Teorii i Praktiki Zhurnalistiki = Theoretical and Practical Issues of Journalism*, 5(1), 164–173. [https://doi.org/10.17150/2308-6203.2016.5\(1\).164-173](https://doi.org/10.17150/2308-6203.2016.5(1).164-173)

Clasificación y representación de emociones en el discurso hablado en español empleando Deep Learning

Fernando Elkfury¹, Jorge Ierache^{1,2}

{felkfury; jierache}@unimoron.edu.ar

¹Instituto de Sistemas Inteligentes y Enseñanza Experimental de la Robótica (ISIER), Secretaría de Ciencia y Tecnología, Escuela Superior de Ingeniería, Informática, Ciencias Agroalimentarias Universidad de Morón (1708) Morón Argentina.

²Laboratorio de Sistemas Información Avanzados (LSIA) Facultad de Ingeniería Departamento Computación Universidad de Buenos Aires (C1063) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

DOI: 10.17013/risti.42.78–92

Resumen: Inferir emociones a partir de la voz de las personas implica muchos problemas que necesitan ser estudiados cuidadosamente, tales como: qué emociones podemos identificar realmente, definir concretamente qué se entiende por cada emoción descripta, cuáles son las mejores características para la identificación y qué clasificadores dan el mejor rendimiento. En este trabajo se comparan dos modelos de redes neuronales para la clasificación de emociones en el discurso hablado (voz) y se propone un método para la transformación de enfoque categórico de clasificación de emociones a uno dimensional para la integración del clasificador con frameworks multimodales de captura de emociones.

Palabras-clave: Reconocimiento de emociones en la voz, Aprendizaje automático, redes neuronales, frameworks multimodales.

Emotion classification and representation of emotion in spanish spoken speech using Deep Learning

Abstract: Inferring emotions from people's voices involves many problems that need to be studied, such as: what emotions can we really define, specifically define what is meant by each described emotion, what are the best features to extract, and which classifiers perform the best. In this work we compare two neural networks models for the classification of emotions in spoken speech (voice) and a method is proposed for the transformation of the categorical approach of emotion classification to a dimensional one for the integration of the develop classifier with an emotional inference multimodal framework.

Keywords: Deep Learning, emotion recognition, framework, neuronal network.

1. Introducción

En el marco de las tecnologías de la información se ve un crecimiento en el uso de la componente afectiva en la interacción humano-maquina, en este orden la computación afectiva presentó un rápido crecimiento en distintos campos como educación (López et al., 2016), turismo (Chanchí et al., 2020), redes sociales, con el fin de analizar las emociones y/o sentimientos que expresan los usuarios a partir de sus publicaciones (Chanchí & Córdoba, 2019), entre otros; sin embargo, pocos desarrollos adoptan la voz como una herramienta para la inferencia emocional. Nuestro enfoque propone la integración de clasificadores emocionales basados en técnicas de Deep Learning para la contrastación y validación de datos en un framework de educación emocional multimodal. El análisis de las emociones en la voz humana es una tarea poco trivial, incluso para el propio ser humano. Si bien el habla es la forma tradicional de comunicación, no es una característica sensible a los cambios emocionales y por lo tanto la educación emocional a partir de la misma, cuando no se posee contexto semántico ni de otra clase, resulta parcial. Según Albert Mehrabian, el tono de la voz expresa solo un 38% de las emociones que puedan transmitir las personas en un momento dado (Mehrabian, 2017) Deep Learning ha sido considerado como un campo de investigación emergente en el aprendizaje automático y ha ganado más atención en los últimos años. Las técnicas de aprendizaje profundo para los sistemas de reconocimiento de emociones tienen varias ventajas sobre los métodos tradicionales, incluida su capacidad para detectar la estructura compleja y las características sin la necesidad de extracción y ajuste manual de estas. Lo cual es un aspecto clave en el desarrollo de estos dado que la precisión de los clasificadores suele estar ligada a la selección de las características de la voz que se usaran para el entrenamiento.

Entre los recientes trabajos de investigación en el área, se destacan: a) “Deep Learning for Emotional Speech Recognition”, desarrollado por Sanchez-Gutierrez, et al. donde se comparan resultados del entrenamiento de modelos usando Restricted Boltzmann Machines (RBM) (Sánchez-Gutiérrez et al., 2014) y Deep Belief Networks (DBN) (Patterson & Gibson, 2017). Minimizaron el número de variables involucradas eligiendo las emociones de alegría, tristeza, ira, miedo, asco y sorpresa junto con neutral. La base de datos fue creada por el Centro de Tecnologías y Aplicaciones del Lenguaje y del Habla (TALP) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) con el propósito de investigar el discurso emocional. La base de datos era parte de un proyecto más grande, INTERFACE, que involucraba cuatro idiomas, inglés, francés, esloveno y español. (ELRA, 2011); b) “Recognition of Emotions in Mexican Spanish Speech: An Approach Based on Acoustic Modelling of Emotion-Specific Vowels” (Caballero-Morales, 2013) propone la construcción de un corpus en español mexicano y el desarrollo de un clasificador emocional del discurso a partir del modelado de vocales asociadas con cada estado emocional; c) Leila Kerkeni, et al. en su artículo “Automatic Speech Emotion Recognition Using Machine Learning” presenta una comparativa entre las técnicas MLR, SVM y RNN haciendo uso set Inters1p (ELRA, 2011) con extracción de MFCC y MS (Davis & Mermelstein, 1980) evaluando las combinaciones de estas características, además de combinarlo con técnicas de selección de características, LR-RFE. (Kerkeni et al., 2020); d) Mustaqeem y Soonil Kwon en su artículo proponen un framework basado en CNN que utiliza espectrogramas para educir las emociones a partir del habla de un sujeto. (Mustaqeem & Kwon, 2019); e) Abdul Malik Badshah¹ et al. emplea el uso de espectrogramas (similar al autor anterior) obtenidos por medio de la transformada de Fourier para alimentar un modelo CNN aplicando una arquitectura con kernels rectangulares. (Badshah et al., 2017)

En este trabajo se optó por el uso de espectrogramas, en los cuales las frecuencias fueron convertidas a escala de Mel (Volkman et al., 1937), y se evalúa el desempeño de redes neuronales convolucionales (CNN) (Fukushima, 1980) (Shafkat, 2018) y redes neuronales recurrentes (RNN) (Josh Patterson & Adam Gibson, 2017) en la construcción de un clasificador de emociones.

En la sección dos a continuación se resumen métodos de representación de emociones comúnmente utilizados. En la sección tres se describe el problema y se proponen una solución. La sección cuatro expone un conjunto de pruebas basales para la evaluación de las soluciones propuestas. La sección cinco plantea una discusión al respecto enfoques y tecnologías utilizadas por diversas investigaciones recientes. Por último, en la sección seis se discuten resultados y próximos pasos.

2. Representación de las emociones

Las emociones se pueden representar y definir de diversas formas, determinarlas y establecer una taxonomía de estas no es una tarea simple. En 1994 el psicólogo Paul Ekman propuso un conjunto de 6 emociones básicas que no están influenciadas por la cultura de las personas. Las emociones propuestas inicialmente fueron alegría (joy), miedo (fear), tristeza (sadness), ira (anger), disgusto (disgust) y sorpresa (surprise). Se las considera básicas por estar ligadas a la supervivencia de los individuos y en base a patrones evolutivos (Garcia, 2013).

Además de estas seis emociones pueden existir muchas otras secundarias y derivadas de las básicas, aunque originadas por la influencia cultural. En publicaciones posteriores Ekman añadió una séptima emoción básica llamada desprecio (contempt). También se suele considerar una octava emoción denominada neutral. La mayor parte de las teorías emocionales coinciden que las emociones básicas son menores a 10 (Garcia, 2013).

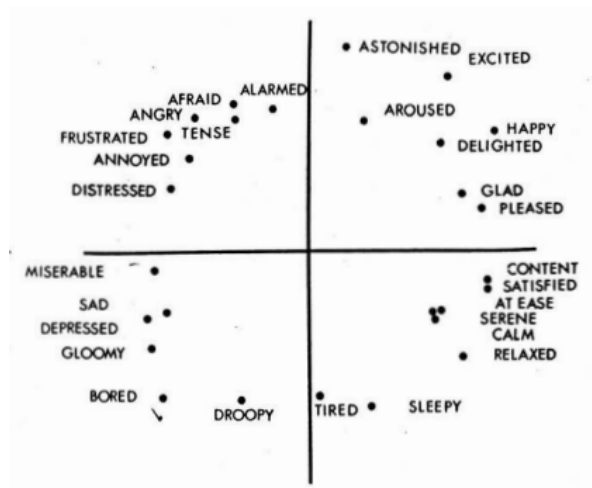


Figura 1 – Circunflejo de Russel

Dada la dificultad de definir y trabajar con extensas listas de emociones, algunos autores platearon trabajar en enfoques continuos o dimensionales. En el enfoque dimensional uno de los modelos más aceptados es el que presento el psicólogo James Russel (Russell, 1980). En el cual plantea un eje bidimensional que representa la valencia (“Valence”) en el eje x, y la excitación (“Arousal”) en el eje y donde las etiquetas emocionales se asocian en su propuesta conocida como el circunflejo de Russel. Siendo la valencia el grado de placer o de disgusto de la emoción manifestada y la excitación representa efectivamente el grado de relajación o excitación del sujeto. En la figura 1 se muestra el modelo de circunflejo propuesto por Russel.

Considerando varios estudios, el número de dimensiones del espacio emocional para la representación de emociones suele limitarse a dos o tres. (Garcia, 2013). La tercera dimensión, menos frecuente, se denomina control o dominancia y define el grado de control que tiene la persona sobre la emoción manifestada. Si bien existen otros mecanismos dimensionales como la Rueda de Ginebra (GEW, 2005), estos no se aplicaron en esta etapa en razón que contiene una mayor cantidad de etiquetas de distinción emocional y se dificulta su integración con las emociones resultantes del enfoque categórico en particular en voz.

3. Relevancia del problema y soluciones propuestas

La comunicación entre las personas y las máquinas o sistemas es cada vez más frecuente por los avances tecnológicos, sin embargo, los desarrollos son en su mayoría carentes de la componente afectiva. Por tanto, uno de los objetivos recientes de la comunicación persona-máquina es la mejora de la experiencia de usuario, intentando conseguir que esta comunicación sea lo más parecida a la interacción entre personas. (Garcia, 2013). Dicho esto, se plantean los siguientes problemas para los cuales se propuso y desarrollaron soluciones. En primer lugar, la falta de una arquitectura de reconocimiento de emociones en el discurso que reconozca emociones en el discurso hablado en español. Seguido de la ausencia de un API moderna de uso libre que pueda ser utilizada para la investigación y desarrollo de software. Y, por último, la falta de un método de conversión de enfoques categóricos a dimensionales, que nos permita Integrar la emoción determinada por la fuente de voz en un framework multimodal de análisis emocional. Con intención de dar respuesta a los problemas planteados se desarrolló un clasificador de emociones que pueda reconocer emociones en el discurso, además, estableciendo una comparativa de performance entre clasificadores basados en RRN y CNN, para luego fijar la integración del clasificador con un framework multimodal de captura de emociones, en particular con el aporte del desarrollo de una API que facilite la explotación del modelo diseñado; proponiendo e implementando un método para pasar del enfoque categórico a un enfoque dimensional.

Para el desarrollo propuesto se aplicaron dos sets de datos que están etiquetados con emociones básicas y parcialmente coincidentes con el enfoque categórico de Ekman. El primero de ellos, “Interes1p” (ELRA, 2011) contiene las grabaciones de un hombre y una mujer hispanohablantes profesionales españoles (español de Castilla) grabados en una sala con ruido reducido. Consiste en grabaciones y anotaciones de material de texto leído en estilo neutral más seis emociones; tristeza, enojo, temor, asco y sorpresa; todo en estilos de voz rápidos, lentos, suaves y fuertes. El material de texto se compone de 184 elementos que incluyen oraciones fonéticamente equilibradas, dígitos y palabras

aisladas. El material fue el mismo para todos los modos y estilos, dando un total de 3h 59min de voz grabada para el hablante masculino y 3h 53min para el hablante femenino.

El segundo set de datos “EmoFilm” (Parada-Cabaleiro, Costantini, Batliner, Baird, & Schuller, 2018), es un corpus que compone de datos de habla emocional multilingüe que comprende 1115 instancias de audio producidas en inglés, italiano y español. Los clips de audio (con una longitud media de 3,5 segundos y 1,2 segundos) se extrajeron en formato de onda (sin comprimir, mono, frecuencia de muestreo de 48 kHz y 16 bits) de 43 películas (original en inglés y su sobre doblado en italiano y versiones en español). Se consideraron géneros como comedia, drama, horror y suspenso. Se extraen ira, desprecio, felicidad, miedo y tristeza. (Parada-Cabaleiro, Costantini, Batliner, Baird, & Schuller, 2018). Para poder trabajar con las siete emociones que propone Ekman más la emoción neutral articulada en la mayoría de las herramientas y sets de datos, se añade al set de datos Intersip el corpus EmoFilm.

3.1. Clasificadores

Se optó por el uso de espectrogramas, como los que se ven en la figura 2, como dato para alimentar las redes neuronales. La hipótesis es que las capas convolucionales sean suficiente para encontrar patrones adecuados para la generalización en el espectrograma. Para la generación de espectrogramas se utilizó la librería de Python LibRosa (librosa, 2020) y para la implementación en general de los modelos de redes neuronales se utilizó el framework de machine learning TensorFlow (Google, 2020) dada su simpleza, comunidad activa y soporte constante.

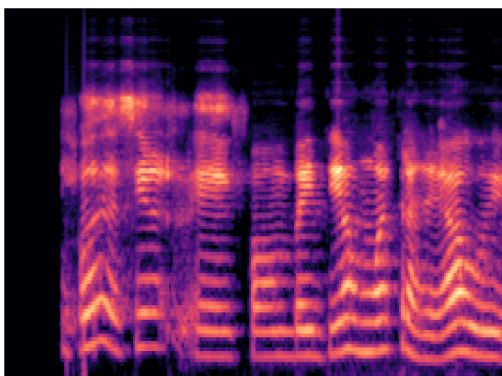


Figura 2 – Espectrograma en escala de Mel

Los espectrogramas se calculan con referencia en dB relativa al valor más alto de la serie temporal. Se calcula los espectrogramas en escala de Mel, con la intención de que variaciones en frecuencias muy alejadas a al rengu vocal de las personas tengan poco impacto en la imagen final que se alimenta a la red.

Proponemos dos modelos inspirados en la popular arquitectura AlexNet (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2017). El primero es completamente convolucional y tiene una estructura como se lo muestra en la figura 3 a continuación.

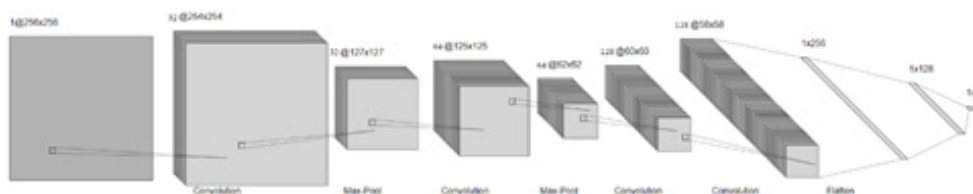


Figura 3 – Modelo de red neuronal con capas convolucionales

El segundo, es una variación del primero donde se incluye además una capa LSTM. En la figura 4 debajo se muestra la estructura del segundo modelo propuesto.

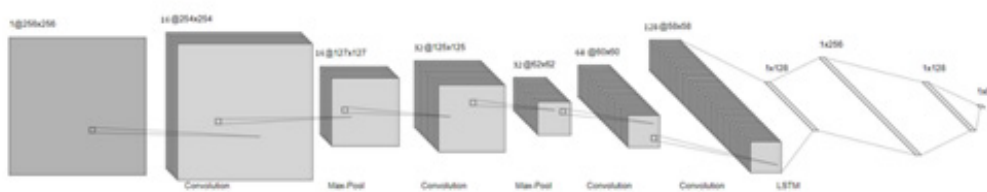


Figura 4 – Modelo de red neuronal con capas convolucionales y LSTM

Para ambos modelos se optó por kernels cuadrados y de tamaño constante, 3x3, con un stride de (1,1). Tanto el incremento del kernel como el tamaño del max pooling o la frecuencia del mismo, no dieron buenos resultados. Para minimizar los tiempos de entrenamiento y maximizar los resultados obtenidos se empleó batch normalization como método de optimización y resultó esencial para reducir los tiempos de entrenamiento y alcanzar los altos niveles de precisión que más adelante se exponen. Otros métodos de normalización como el uso de drop out, wheight normalization y layer normalization no fueron tan efectivos.

El entrenamiento se realiza de forma clásica, separando en 20% del set de datos para pruebas y se aplicaron técnicas de data augmentation con la intención de romper patrones semánticos que puedan ser capturados, producto de que el set de datos contiene varias oraciones iguales. Los espectrogramas son redimensionados de su resolución original de 1890 x 1410 a 256 x 256. Después se aplica un volteo horizontal aleatorio con probabilidad del 50% y modificaciones del ancho aleatorias también con probabilidad del 50%. Alteraciones en la altura de la imagen no fueron efectivas. A continuación, se presenta la tabla 1 con los resultados de precisión en el set de pruebas luego del entrenamiento:

Modelo	precisión en el set de pruebas
1 CNN	92.53
2 CNN+LSTM	82.62

Tabla 1 – Tabla comparativa del desempeño de ambos clasificadores propuestos

En la figura 5 se muestran las matrices de confusión de ambos modelos luego de las pruebas.

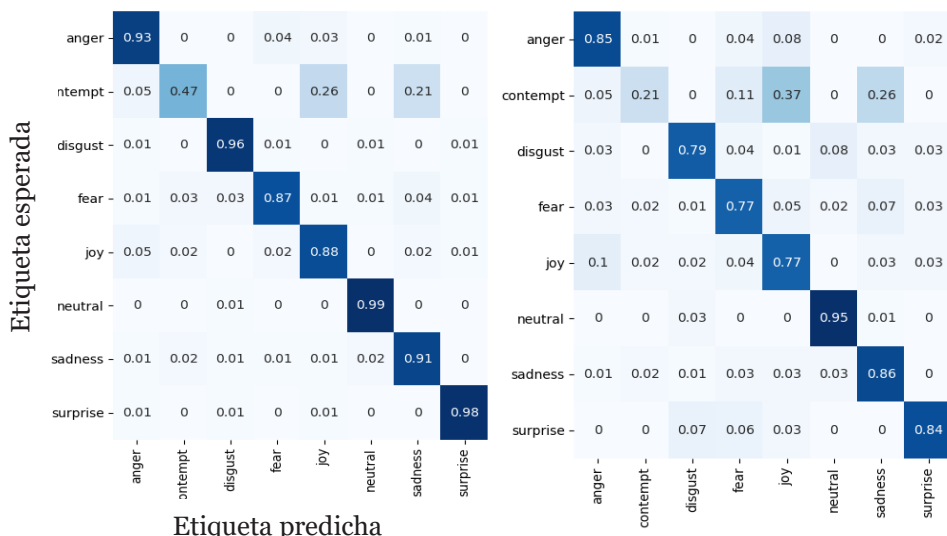


Figura 5 – Matriz de confusión para el primer modelo (CNN)(Izquierda).
Matriz de confusión para el modelo CNN+LSTM (Derecha)

3.2. Integración de resultados del clasificador bajo el enfoque dimensional

Para la integración de los resultados del clasificador, en particular se desarrolló un método de transformación vectorial aplicado a las predicciones categóricas provistas por el clasificador para su representación dimensional, concretamente se confecciona un API que recibe muestras de audio de entre 3 y 4 segundos preferentemente, dado que esa longitud de muestra es la más representativa dentro del set de entrenamiento mixto mencionado en secciones anteriores. El desarrollo produce los espectrogramas en escala Mel y los pasa por el modelo neuronal puramente convolucional para devolver un objeto JSON con las ocho etiquetas emocionales alegría (joy), miedo (fear), tristeza (sadness), ira (anger), disgusto (disgust), sorpresa (surprise), desprecio (contempt), neutral (neutral) y su correspondiente valor de probabilidad predicho, valores de excitación-valencia asociados y promedio de dB de la muestra como se ve a continuación:

```
{
  "anger": "0.0",
  "surprise": "0.0",
  "disgust": "0.1",
  "fear": "0.3",
  "sadness": "4.6",
```

```

“neutral”: “6.0”,
“contempt”: “20.7”,
“joy”: “68.3”,
“valence”: “-2.81735”,
“arousal”: “0.836”,
“sampledB”: “-51.525”
}

```

El API fue desarrollado con Flask (Ronacher, 2015), un framework para desarrollo de servicios web en Python y funciona como una interfaz para ser explotada por otras aplicaciones. Implementa los clasificadores que fueron presentados en la sección 3.1 y en particular el algoritmo de transformación dimensional(excitación-valencia) que se presenta en el cuerpo principal de esta sección.

Este sistema contribuye con el desafío de integración en contexto multimodales que integran diversas fuentes de emociones, en particular la transformación de enfoques categóricos a dimensiones facilitando la fusión de datos emocionales de diversas fuentes (rostro, voz, EEG, ECG, HR, entre otras). La representación dimensional de los valores de excitación y valencia predichos se desarrolla con el empleo del circunflejo de Russel, en este orden se toma una coordenada de origen asociada a la emoción más probable según el clasificador y, a partir de ahí, desviarse en dirección y magnitud proporcional (a la probabilidad correspondiente) hacia los puntos asociados a las dos emociones siguientes más probables.

Para esto se optó por elegir una expansión del modelo de Russel presentada por Klaus Sherer en la publicación “What are emotions? And how can they be mesaure?” (Scherer, 2005) para tener las coordenadas de base necesarias para asociar las ocho emociones que trabaja el clasificador en base al modelo categórico de Ekman.

A diferencia del modelo original de Russel, Sherer no solo lo extiende, sino que lo presenta con una orientación inversa. En este trabajo a fines de compatibilidad con el framework presentado en (Ierache, Ponce, Nicolosi, Sattolo, & Chapperon, 2019) (Ierache, Nervo, Sattolo, & Chapperon, 2020) (Ierache, Sattolo, & Chapperon, 2020) se mantiene el enfoque original de Russel en relación a la orientación de los valores de positividad y negatividad de valencia, es decir, positivos del lado derecho y negativos del lado izquierdo.

Además, solo se extraen las emociones de las cual carece el circunflejo de Russel por lo que el modelo utilizado para trabajar es uno como el que muestra la figura 7.

A continuación, se detalla el algoritmo propuesto para obtener los valores de excitación y valencia predichos, este método se basa en una estrategia de desplazamiento vectorial:

1. Construir un mapa de emociones asociando las coordenadas extraídas del circunflejo de Russel (Russell, 1980) extendido por Sherer (Scherer, 2005) con las 7 emociones planteadas por Ekman (Ekman, 2005) y neutral, tal como se ve en la tabla 2.



Figura 7 – Circunflejo basado en publicaciones de Russel y Sherer

Emoción	Coordenada (x,y)
Anger	(-3.2, 2.3)
Contempt	(-2.4, 2.6)
Disgust	(-2.6, 1.9)
Fear	(-1.8, 3)
Joy	(3.5, 0.7)
Neutral	(1.1, -1.3)
Sadness	(-3.4, -1.5)
Surprise	(0.4, 3.8)

Tabla 2 – Mapa de coordenadas

2. Analizar una muestra de audio y extraer las 3 etiquetas emocionales más probables predichas (las de mayor valor).
3. Consultar el mapa del punto 1 y tomar (x_1, y_1) como la coordenada asociada a la emoción más probable, (x_2, y_2) la coordenada de la segunda más probable, y (x_3, y_3) la coordenada de la tercera.
4. Aplicar la fórmula 1 para extraer (x_{r2}, y_{r2}) usando la probabilidad predicha para la segunda emoción más probable y reemplazando (x_x, y_x) con (x_2, y_2) .
5. Aplicar la fórmula 1 para extraer (x_{r3}, y_{r3}) usando la probabilidad predicha para la tercera emoción más probable y reemplazando (x_x, y_x) con (x_3, y_3)

$$x_{ri} = x_1 + (\text{prob. predicha para } i * (x_i - x_1))$$

$$y_{ri} = y_1 + (\text{prob. predicha para } i * (y_i - y_1))$$

6. Promediar x_2 con x_{r3} e y_{r2} con y_{r3} para obtener una única coordenada resultante (x_{r4}, y_{r4})
7. Los valores x_{r4} e y_{r4} obtenidos luego del promedio son asociados directamente con valores de excitación y valencia.

El procedimiento anterior se puede visualizar gráficamente con el siguiente ejemplo. Suponemos una predicción del clasificador donde las tres emociones más probables fueron, Neutral con 0.50, Alegría con 0.25 y Tristeza con 0.25. En la figura 8, se tomó el punto O (x_1, y_1) y se calcularon los puntos A (x_{r2}, y_{r2}) y B (x_{r3}, y_{r3}) usando la fórmula 1 como se explicó en el apartado anterior. El vector w, es el promedio de los vectores u y v. Finalmente del punto C, asociado al vector w, se extraen valores de excitación y valencia final. Como se mencionó al inicio del apartado, lo que ocurre esencialmente es una desviación del punto O, que representa la emoción más probable, en dirección y magnitud proporcionales a los puntos A y B, que representan la segunda y tercera emoción más probable respectivamente considerando su origen sobre la emoción más probable.

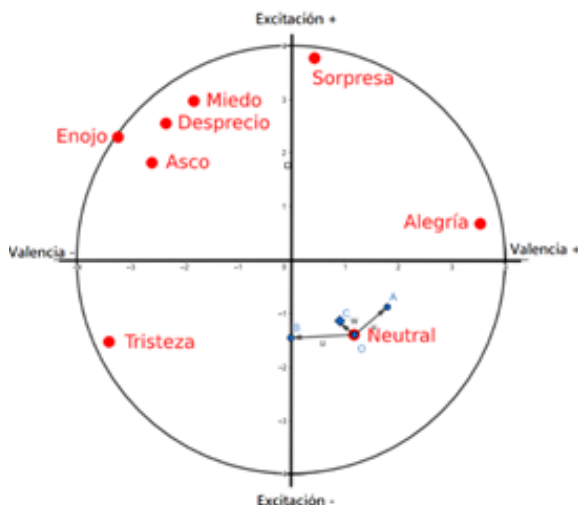


Figura 8 – Ejemplo grafico del método de transformación donde el punto C, denotado con un rombo, es el resultado desde el cual se extraen valores de excitación y valencia

Para los valores de predicción ya mencionados, los puntos resultan:

$$O = (1.1, -1.3), A = (1.7, -0.8), B = (0.0, -1.3), C = (0.85, -1.05)$$

Siendo Excitación = -1.05 y Valencia = 0.85 en relación con el punto C.

4. Pruebas del clasificador y del método de transformación con set de datos independiente (español rioplatense)

La falta de sets de datos en diferentes variaciones del español es un problema para la generalización del clasificador. Sin embargo, gracias a las técnicas de data argumentación y a la naturaleza de la extracción de características de un espectrograma, el clasificador desarrollado demostró inicialmente la capacidad de generalización. Para evaluar esto se recolectaron, 22 audios de novelas argentinas (Elkfury, Set de datos experimental, 2020) y se las clasifico en forma independiente con un grupo de ocho personas por medio de encuestas SAM (Self-Assessment Manikin) figura 9, que les permite a los sujetos calificar los audios en términos de excitación y valencia (Bradley & Lang, 1994).

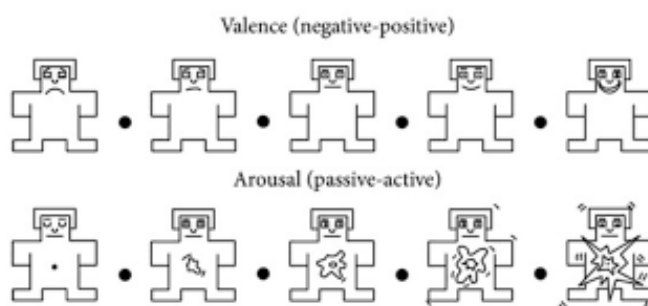


Figura 9 – SAM (Self-Assessment Mankin)

La figura 10 a y 10 b muestran la representación en el circunflejo de Russel, de los resultados de clasificación en particular de dos audios recolectados, donde los puntos negros muestran las clasificaciones de los sujetos con el empleo de la encuesta SAM y el rombo azul la clasificación predicha por la red convolucional utilizando el método de transformación vectorial antes presentado y entrenada con el set de datos mixto. Se puede apreciar en particular para estos dos audios representados una coincidencia en los cuadrantes de pertinencia entre los reportes SAM de los ocho usuarios y la determinada por la representación vectorial propuesta a partir del resultado del clasificador. Sobre la experimentación inicial con los veintidós audios de videos se obtuvo un 72% de coincidencia de cuadrante, entre los valores representados con el enfoque vectorial propuesto sobre la base de la predicción del clasificador y los valores de los encuestados (SAM).

5. Discusión

En el presente trabajo se desarrolló un enfoque categórico al igual que los trabajos indicados en la primera sección, se distinguen entre 4 y 8 emociones, en el contexto de las emociones básicas que propone Ekman. Sin embargo, se diferencia de ellos al proponer un método de transformación de etiquetas categóricas a valores de excitación/valencia para facilitar su contrastación y validación con otros métodos de educación emocional en un contexto multimodal

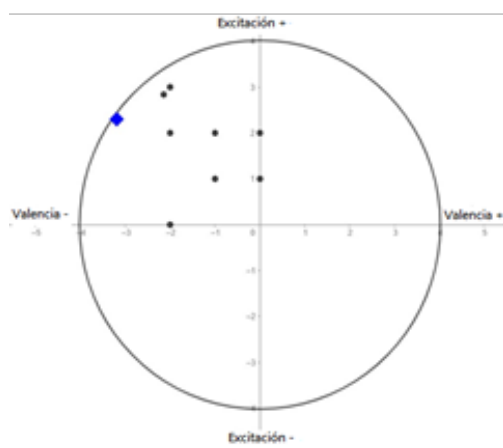


Figura 10a – Audio 1 correspondiente a E+, V -

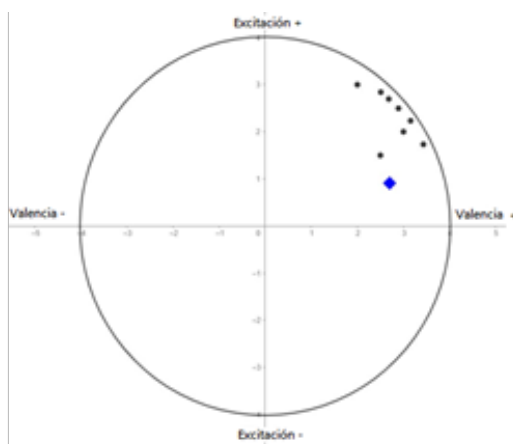


Figura 10b - Audio 2 correspondiente a E+, V+

Se plantea un enfoque similar en relación el uso de arquitecturas de clasificadores con redes neuronales, que adoptaron los trabajos de (Mustaqeem & Kwon, 2019) y (Badshah et al., 2017).

Para los espectrogramas a diferencia de los trabajos anteriores se aplicó para los espectrogramas la escala de Mel, ya que esta realza frecuencias del rango vocal humano, aumentando la resistencia del clasificador al ruido, mejorando la robustez del mismo.

6. Conclusiones

En relación con la confección de un modelo de clasificador de emociones se puede decir que el uso de espectrogramas y redes convolucionales tiene un buen resultado y que las técnicas de data augmentation fueron fundamentales para lograr los altos niveles de precisión obtenidos. Queda por delante la recolección de una mayor cantidad de muestra de audio en castellano rioplatense, en principio para realizar pruebas y determinar el grado de generalización que tiene un clasificador que se entrenó, en su mayoría, con muestras habladas en español de Castilla (Emofilm+Intersip). Si se tuviera un set de datos lo suficientemente grande podrían combinarse ambos sets para incrementar la versatilidad del clasificador.

El método propuesto para obtener los valores de excitación y valencia predichos contribuye a mejorar la clasificación, cuando la predicción del clasificador tiene niveles parciales de incertidumbre. En futuras líneas de investigación se explorarán métodos dimensionales con más etiquetas emocionales como lo es la Rueda de Ginebra.

En orden a nuestras futuras líneas de trabajo, considerando la precisión obtenida por el modelo CNN, se considera ampliar el set de datos empelado en el entrenamiento con la propuesta de datos rioplatense, como así también se espera ampliar la experimentación con otras técnicas de data augmentation como las vistas en (Yafeng Niu, 2017) y variaciones de los hyperparametros del modelo, por ejemplo, las alternativas a la forma del kernel que propone (Badshah et al., 2017)

La integración con en contextos multimodales emocionales es bastante directa permitiendo explotar y contrastar los datos obtenidos junto con los de los otros sensores y métodos de educación emocional. El método de transformación vectorial aplicado al enfoque categórico para su representación dimensional demostró un resultado alentador, pero queda por delante realizar pruebas abiertas para certificar su validez con encuestas SAM y datos de otros sensores.

Referencias

- Badshah, A. M., Rahim, N., Ullah, N., Ahmad, J., Muhammad, K., Lee, M. Y., & Baik, S. W. (2017). Deep features-based speech emotion recognition for smart affective services. *Multimedia Tools and Applications*, 78, 5571–5589. <https://doi.org/10.1007/s11042-017-5292-7>
- Caballero-Morales, S.-O. (2013). Recognition of emotions in Mexican Spanish speech: An approach based on acoustic modelling of emotion-specific vowels. *TheScientificWorldJournal*, 2013, 162093-162093. PubMed. <https://doi.org/10.1155/2013/162093>
- 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., & Ospina, M. A. A. (2020). Aplicación de la computación afectiva en el análisis de videos promocionales de turismo de la ciudad de Popayán-Colombia. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E36), 341–354.
- Davis, S., & Mermelstein, P. (1980). Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 28(4), 357–366. <https://doi.org/10.1109/tassp.1980.1163420>
- Ekman, P. (2005). Basic Emotions. In *Handbook of Cognition and Emotion* (pp. 45–60). John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470013494.ch3>
- Elkfury, F., & Ierache, J. (2020). *Set de datos experimental*. <https://doi.org/10.17632/v3vm6pf2d3.1>
- ELRA. (2011). *Emotional speech synthesis database*. Retrieved from <http://catalog.elra.info/en-us/repository/browse/ELRA-S0329/>
- Fukushima, K. (1980, 4). Neocognitron: A self-organizing neural network model for a mechanism of pattern recognition unaffected by shift in position. *Biological Cybernetics*, 36, 193–202. <https://doi.org/10.1007/bf00344251>
- Garcia, S. P. (2013). Reconocimiento afectivo automático mediante el análisis de parámetros acústicos y lingüísticos del habla espontánea.
- Geneva Emotion Wheel (2005) Retrieved from <https://www.unige.ch/cisa/gew>
- Google. (2020). *TensorFlow*. Retrieved from <https://www.tensorflow.org/learn>

- Ierache, J., Nervo, F., Sattolo, I., & Chapperon, G. (2020). Proposal of a multimodal model for emotional assessment within affective computing in gastronomic settings. *XXVI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2020*, La Matanza. (pp 501-511).
- Ierache, J., Ponce, G., Nicolosi, R., Sattolo, I., & Chapperón, G. (2019). Valoración del grado de atención en contextos áulicos con el empleo de interfase cerebrocomputadora. Libro de actas XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (CACIC), Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba (pp 417-426). RedUnci.
- Jorge, I., Iris, S., & Gabriela, C. (2020). Framework multimodal emocional en el contexto de ambientes dinámicos. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (40), 45–59. <https://doi.org/10.17013/risti.40.45-59>
- Ierache, J., Sattolo, I., Chapperon, G., Ierache, R., Nervo, F., Elkfury, F., . . . Nicolosi, R. (2020). Computación afectiva aplicada a la valoración emocional en contextos gastronómicos. *XXII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación (WICC 2020, El Calafate, Santa Cruz)*, (pp. 664-668).
- Jia, Y. (2020). *Caffe*. Retrieved from <http://caffe.berkeleyvision.org/>
- Johnson, M. K. (2019). *Feature Engineering and Selection: A Practical Approach for Predictive Models*. Retrieved 10 2020, from <https://bookdown.org/max/FES/recursive-feature-elimination.html>
- Josh Patterson, Adam. G. (2017). *Deep Learning*. O'Reilly Media, Inc.
- Keras. (2020). Retrieved from <https://keras.io/>
- Kerkeni, L., Serrestou, Y., Mbarki, M., Raoof, K., Ali Mahjoub, M., & Cleder, C. (2020). Automatic Speech Emotion Recognition Using Machine Learning. *Social Media and Machine Learning*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84856>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2017, 5). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. *Communications of the ACM*, 60, 84–90. <https://doi.org/10.1145/3065386>
- Margaret M. Bradley, Peter J. Lang (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential (pp. 49-59). *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). International Affective Picture System. *International Affective Picture System*. American Psychological Association (APA). <https://doi.org/10.1037/t66667-000>
- librosa. (2020). *Libreria LibRosa*. Retrieved from <https://librosa.github.io/librosa/>
- Loijens, L., & Krips, O. (2020). *FaceReader Methodology Note*. Retrieved noviembre 10, 2020, from <https://www.noldus.com/facereader/resources>
- López, M. B., Montes, A. J. H., Ramírez, R. V., Hernández, G. A., Cabada, R. Z., & Estrada, M. L. B. (2016). EmoRemSys: Sistema de recomendación de recursos educativos basado en detección de emociones. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 17, 80–95. <https://doi.org/10.17013/risti.17.80-95>

- Mehrabian, A. (2017). Communication Without Words. In *communication theory* (pp. 193–200). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315080918-15>
- Mustaqeem, X., & Kwon, S. (2019). A CNN-Assisted Enhanced Audio Signal Processing for Speech Emotion Recognition. *Sensors* (Basel, Switzerland), 20(1), 183. <https://doi.org/10.3390/s20010183>
- Parada-Cabaleiro, E., Costantini, G., Batliner, A., Baird, A., & Schuller, B. (2018). *EmoFilm - A multilingual emotional speech corpus*. Retrieved from <https://zenodo.org/record/1326428#.XoyMIIgzbc>
- Patterson, J., & Gibson, A. (2017). Deep learning: A practitioner's approach.
- Ronacher, A. (2015). *Flask*. Pallets Projects. <https://palletsprojects.com/p/flask/>
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Sánchez-Gutiérrez, M. E., Albornoz, E. M., Martínez-Licon, F., Rufiner, H. L., & Goddard, J. (2014). Deep Learning for Emotional Speech Recognition. *Lecture Notes in Computer Science*, 311–320. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07491-7_32
- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44, 695–729. <https://doi.org/10.1177/0539018405058216>
- Shafkat, I. (2018). *Intuitively Understanding Convolutions for Deep Learning*. Retrieved 10 2020, from <https://towardsdatascience.com/intuitively-understanding-convolutions-for-deep-learning-1f6f42faee1>
- Volkman, J., Stevens, S. S., & Newman, E. B. (1937). A Scale for the Measurement of the Psychological Magnitude Pitch. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 8, 208–208. <https://doi.org/10.1121/1.1901999>
- Xavier Glorot, A. B. (2011). *Deep sparse rectifier neural networks*.
- Yafeng Niu, D. Z. (2017). *A breakthrough in Speech emotion recognition using Deep Retinal Convolution Neural Networks*.

Escalonamento de pedidos no paradigma *Fog Computing*: proposta de um modelo sensível ao contexto e avaliação do seu desempenho

Celestino Barros¹, Vítor Rocio², André Sousa³, Hugo Paredes⁴

celestino.barros@docente.unicv.edu.cv; vitor.rocio@uab.pt; andresousa@utad.pt; hparedes@utad.pt

¹ Faculty of Science and Technology of University of Cape Verde, Praia, Cabo Verde

² INESC TEC and Open University of Portugal, Lisbon, Portugal

³ Critical TechWorks, Porto, Portugal

⁴ INESCT TEC and University of Trás-os-Montes and Alto Douro, Vila Real

DOI: 10.17013/risti.42.93–119

Resumo: os pedidos de execução de aplicações na arquitetura *cloud* e no paradigma *fog* são geralmente heterogéneos e o escalonamento nessas arquiteturas é um problema de otimização com múltiplas restrições. Neste artigo, fizemos um levantamento sobre os trabalhos relacionados com o escalonamento na arquitetura *cloud* e no paradigma *fog*, identificamos as suas limitações, exploramos perspetivas de melhorias e propomos um modelo de escalonamento sensíveis ao contexto para o paradigma *fog*. A solução proposta utiliza a normalização *Min-Max*, para resolver a heterogeneidade e normalizar os diferentes parâmetros de contexto. A prioridade dos pedidos é definida através da aplicação da técnica de análise de Regressão Linear Múltipla e o escalonamento é feito utilizando a técnica de Otimização de Programação Não Linear Multiobjetivo. Os resultados obtidos a partir de simulações no kit de ferramentas *iFogSim*, demonstram que a nossa proposta apresenta um melhor desempenho em comparação com as propostas não sensíveis ao contexto.

Palavras-chave: sensibilidade ao contexto; qualidade de experiência; escalonamento sensível ao contexto; modelo de escalonamento; arquitetura *cloud* e paradigma *fog computing*.

Task scheduling in the Fog Computing paradigm: proposal of a context-aware model and evaluation of its performance

Abstract: Application execution requests in cloud architecture and fog paradigm are generally heterogeneous and scheduling in these architectures is an optimization problem with multiple constraints. In this paper, we conducted a survey on the related works on scheduling in cloud architecture and fog paradigm, we identify their limitations, we explore some prospects for improvements and we propose a context-aware scheduling model for fog paradigm. The proposed solution uses Min-Max normalization, to solve heterogeneity and normalize the different

context parameters. The priority of requests is set by applying the Multiple Linear Regression analysis technique and the scheduling is done using the Multiobjective Nonlinear Programming Optimization technique. The results obtained from simulations on iFogSim toolkit, show that our proposal performs better compared to the non-context-aware proposals.

Keywords: context-aware; quality of experience; context-aware task scheduling; scheduling model; cloud architecture and fog paradigm.

1. Introdução

As técnicas atuais de computação que utilizam a *cloud* estão-se a tornar insustentáveis, visto que bilhões de dispositivos, impulsionados sobretudo pelo rápido crescimento da *Internet of Things* (IoT) estão conectados à Internet. Os dados obtidos pelos sensores e aplicações têm aumentado exponencialmente e muitos destes dispositivos permitem agregar num único aparelho funcionalidades de execução de aplicações, comunicação, entretenimento, jogos, entre outros. Além disso, uma das suas principais características é a sua capacidade de identificar e partilhar diferentes tipos de informações ao nível de utilizadores, dispositivo, aplicações e rede. Por outro lado, eles possuem várias limitações como: capacidade de processamento reduzida, escassez de recursos, autonomia reduzida da bateria, baixa conectividade, entre outras. Estas limitações impõem aos analistas e desenvolvedores a adoção de serviços que ampliam a capacidade dessas aplicações em execução nesses dispositivos através da utilização de serviços hospedados na *cloud* (Fernando, Loke, & Rahayu, 2013).

Não obstante as vantagens, em algumas situações, não é benéfica a utilização da arquitetura *cloud*. Ela é centralizada e consequentemente o processamento é feito em *data centers* concentrados, para otimização de custos energéticos e de comunicações. Diferentes técnicas que minimizam a execução na *cloud* através do processamento local em elementos periféricos que permitem resolver limitações deste modelo têm sido propostas. E uma dessas técnicas passa pela utilização do paradigma *fog* (Bonomi *et al.*, 2014) que Segundo OpenFog (2017), é uma extensão da *cloud* e tem sido proposta para colmatar as inconveniências deste, visto que visa reduzir, entre outros, o tempo de resposta, consumo de energia e latência. No entanto, devido a sua densidade e heterogeneidade o escalonamento de tarefas precisa ser tratado com perícia e continuam a apresentar alguns desafios aliciantes que nos levam a questionar a forma como as tarefas são encaminhadas entre os diferentes dispositivos físicos, nós da *fog* e *cloud*.

Na *fog*, devido à maior densidade e heterogeneidade de dispositivos, o escalonamento é muito complexo e, na literatura, ainda existem poucos estudos. Contrariamente, o escalonamento na *cloud* que é amplamente estudado. Muitas pesquisas abordam, no entanto, essa questão na perspetiva de provedores de serviço ou otimizam os níveis da qualidade de serviço (QoS) da aplicação. Ignoram, porém, informações contextuais ao nível do dispositivo e dos utilizadores finais e as suas experiências de utilização (QoE).

Neste artigo, fizemos um levantamento dos trabalhos relacionados tanto na arquitetura *cloud* como no paradigma *fog*, explorámos as suas limitações e sugerimos algumas perspetivas de melhorias. Com base nas sugestões, propomos um modelo

de escalonamento sensível ao contexto para o paradigma *fog* e analisamos o seu desempenho.

Sendo o objetivo principal deste artigo, a elaboração de uma proposta que tenha como âmbito a criação de conhecimento na forma de técnicas, métodos, modelos e teoria, a metodologia de investigação utilizada na sua conceção foi o *Design Science Research (DSR)*. Está dividido em seis secções sendo a primeira, a introdução, a segunda, a contextualização, a terceira, o levantamento dos trabalhos relacionados. Na quarta, são descritos os contextos previstos, o modelo proposto e as suas arquiteturas. Na quinta, é avaliado o desempenho do modelo proposto e feita a comparação com propostas não sensíveis ao contexto e na sexta, é feita a conclusão do artigo.

Como resultado e com base no levantamento dos trabalhos relacionados e na identificação das suas limitações, propomos um modelo de escalonamento de tarefas sensível ao contexto para a arquitetura *fog* e analisamos o seu desempenho comparando-o com propostas não sensíveis ao contexto.

2. Contextualização

Escalonamento de tarefas refere-se à atribuição de recursos necessários para a execução de uma tarefa. Assume-se como um processo essencial para melhorar a confiabilidade e a flexibilidade dos sistemas e exige algoritmos capazes de escolher o recurso mais adequado disponível para executar a tarefa (Swaroop, 2019).

Pretende-se que os pedidos sejam executados tendo em consideração as restrições definidas, como: tempo, custo, duração da bateria, níveis de sinal da rede, QoS da aplicação, entre outros (Swaroop, 2019). Avança ainda, que devido sua complexidade, o paradigma *fog*, apresenta alguns desafios aliciantes que nos leva a questionar a forma como as tarefas são encaminhadas entre dispositivos clientes, nós da *fog*, servidores *cloud*, entre outros.

Sistemas lidam com pedidos prioritários, tarefas prioritárias e/ou com requisitos restritos de QoS. Para garantir o seu bom funcionamento e a sua execução dentro dos limites de tempo definidos, o escalonamento precisa ser tratado com perfeição. Escalonamento eficiente de tarefa deve garantir processamento simultâneo e eficiente independentes do seu fluxo. No paradigma *fog*, o escalonamento constitui um desafio e exige algoritmos avançados capazes de escolher o recurso mais adequado e disponível para executar a tarefa (Mahmud *et al.*, 2016).

2.1. Conceção de algoritmos de escalonamento

Conforme Swaroop (2019), na conceção de um algoritmo de escalonamento, devem ser obedecidas restrições como: custo de tarefas; dependências entre as tarefas e a sua localização. Avança ainda, que as decisões de escalonamentos podem ser estáticas - onde decisão é tomada durante a compilação. Ou dinâmicas - onde são utilizadas informações sobre o estado do fluxo de tarefas num determinado instante durante a execução para a tomada de decisões de escalonamento. Constitui a melhor abordagem, porque possibilita que vários problemas tenham solução que podem ser representados numa árvore de

pesquisa. Por outro lado, esses problemas são exigentes computacionalmente, requerem estratégia de paralelização e balanceamento de carga dinâmico.

2.2. Contexto

Segundo Sousa (2017), o termo “contexto” é algo que, à partida, pode parecer simples, mas à medida que refletimos sobre ela, a sua definição torna-se cada vez mais complexa. Em computação móvel o contexto de um utilizador é muito dinâmico. Ao utilizar aplicações nesse ambiente, o comportamento dessa aplicação deve ser personalizado para a situação atual do utilizador. Para promover uma utilização efetiva do contexto, muitos autores disponibilizam as suas definições de contexto. Bazire & Brézillon (2005), examinaram 150 definições de contexto, nas diferentes áreas de investigação e concluíram que a criação de uma única definição é um esforço árduo e provavelmente, impossível visto que a mesma varia com a área científica e depende principalmente do campo em que ela está a ser aplicada. No entanto, avançam que contexto é um conjunto de restrições que influenciam o comportamento relativo a uma determinada tarefa.

A definição de contexto mais utilizada atualmente, mesmo noutros campos, como na vertente da operacionalização foi proferida em Dey (2001), onde ela é descrita como: *“Any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between user and an application, including the user and applications themselves.”*

3. Trabalhos relacionados

Segundo o conhecimento dos autores, pesquisas sobre algoritmos de escalonamento sensíveis ao contexto no paradigma *fog* são muito recentes e, na arquitetura *cloud*, encontramos algumas propostas. Os autores em Deng *et al.* (2016), Li *et al.* (2017), Lawanyashri *et al.* (2017) e Yang *et al.* (2018) propuseram abordagens que enfatizam a redução do consumo de energia dos *data centers* e nota-se uma grande preocupação com a eficiência energética.

Em Zhou *et al.* (2015), é proposto um algoritmo que se baseia na QoS para a *Mobile Cloud Server*, onde os atributos de tarefas como: privilégios dos utilizadores; tamanho da tarefa; expectativa e o tempo suspenso na fila são utilizados para calcular a prioridade.

Cardellini *et al.* (2015), propuseram um escalonador distribuído sensível ao QoS para o processamento de fluxo de dados no paradigma *fog*. No entanto, em topologias que envolvem muitos operadores funciona de forma instável.

Em Stavrinides & Karatza (2019), é proposto um algoritmo leva em consideração o custo da comunicação decorrente da transferência de dados dos sensores e dispositivos da camada da *fog* durante o processo de escalonamento e em Aazam *et al.* (2016), é proposto um algoritmo que visa otimizar a utilização dos recursos e QoS.

Skarlat *et al.* (2017), definiram uma política de escalonamento que visa a colocação de aplicações sensíveis à QoS em nós da *fog*. Em Intharawijitr, Iida & Koga (2016), tentam garantir a melhor utilização da largura de banda disponibilizada.

Em Sheikhalishahi *et al.* (2015), Deng *et al.* (2016), Lawanyashri *et al.* (2017), há uma evidente preocupação dos autores com a eficiência energética dos recursos. O algoritmo proposto em Shojafar *et al.* (2015) e Fun *et al.* (2017), pretende cumprir o *deadline* das tarefas e aumentar os lucros do provedor de serviços da *fog*. Nestas cinco últimas propostas, há uma evidente preocupação dos autores em focar e defender principalmente os interesses dos provedores de serviços, ao invés de considerarem os contextos dos utilizadores finais e as suas experiências de utilização.

Li *et al.* (2017), desenvolveram um algoritmo de escalonamento cooperativo focado em melhorar as recompensas associado as recolhas de dados nas regiões suburbanas.

O algoritmo proposto por Ghouma e Jaseemuddin (2015), explora contexto como níveis da conectividade da rede do dispositivo e o nível de bateria, para a definição das tarefas a serem escalonadas. Enquanto que o proposto por Zhou *et al.* (2017), exploram os níveis da conectividade da rede e os recursos de Maquinas Virtuais (MV) alugados para disponibilizar decisões de *code offloading*. Mahmud *et al.* (2016), propõem uma política de escalonamento de aplicação sensíveis ao contexto para *Mobile Cloud Computing* que é executado em uma *Cloudlet*.

O algoritmo proposto em Zhu *et al.* (2015), é utilizado em tarefas agrupadas com objetivo de minimizar o tempo de execução. O proposto em Oueis, Strinati & Barbarossa (2015), apesar de proporcionar ganho de latência e baixo consumo de energia, tal como os propostos em Cardellini *et al.* (2015), e Zhu *et al.* (2015), o desempenho degrada-se quando é utilizado em arquitetura *fog* de grande escala.

Em Gill, Garraghan & Buyya (2019), é proposta uma técnica de gestão de recursos para ambientes *cloud* e *fog* sensíveis ao QoS que, contrariamente ao escalonador padrão da *fog*, aproveita da otimização *Particle Swarm* para otimizar em simultâneo vários parâmetros do contexto.

Em Aazam *et al.* (2016), é proposto um algoritmo que objetiva estimar os recursos da *fog* com intuito de otimizar a QoE. Em vez disso, Skarlat *et al.* (2017), propuseram uma abordagem que visa escalonar aplicações sensíveis à QoS em recursos virtualizados da *fog*. Contrariamente, em Zhu *et al.* (2015), Oueis, Strinati & Barbarossa (2015), Mahmud *et al.* (2016) e Aazam *et al.* (2016), foram tidas em conta as questões relacionadas com o aprimoramento da QoE do utilizador final.

Muitas propostas, como as descritas em Sheikhalishahi *et al.* (2015), Lawanyashri *et al.* (2017), Tiwary *et al.* (2018) e Shinde *et al.* (2018), abordam o problema da otimização sob a perspetiva dos provedores de serviço e ignoram questões contextuais dos utilizadores finais e as suas experiências de utilização. Outras, como as definidas em: Cardellini *et al.* (2015), Aazam *et al.* (2016), Skarlat *et al.* (2017) e Gill, Garraghan & Buyya (2019), pretendem sobretudo otimizar os níveis de QoS da aplicação e alguns concentram apenas no escalonamento de tarefas na arquitetura *cloud* e no paradigma *fog*. Outros, ainda, preocupam-se com a eficiência energética.

3.1. Limitações dos trabalhos relacionados

Diferentes escalonadores têm as suas próprias deficiências, seguidamente destacaremos algumas limitações dos trabalhos relacionados:

- *Análise de políticas na perspectiva de serviços*, a maioria dos escalonadores analisa as políticas apenas na perspectiva de serviço. A otimização dos custos para utilizadores, bem como, o aperfeiçoamento da QoE dos utilizadores não é tido em consideração.
- *Desconhecimento do contexto do utilizador final*, nas técnicas de escalonamento sensíveis ao contexto estudados, os pedidos dos utilizadores finais são analisados num escopo restrito. A força do sinal associado a um pedido, por exemplo, não é tida em consideração. Como consequência, qualquer dispositivo pode ficar desconectado antes ou enquanto obtém resposta de um pedido. O nível da bateria do dispositivo dos utilizadores finais também é ignorado. Para garantir que um pedido sempre tenha respostas em tempo oportuno, um limite para o nível da bateria deve ser preservado.
- *Escalaonamento deficiente de tarefas*, escalonadores de tarefas básico como as definidas em Yang *et al.* (2018), Li *et al.* (2017), Lawanyashri (2017), Deng *et al.* (2016) e Qiu *et al.* (2015), são aqueles que privilegiam a eficiência energética e não consideram a sensibilidade ao contexto, a QoS e a QoE.
- *Priorização inadequada de tarefas*, alguns escalonadores baseados em prioridade foram estudados. No entanto, muitos não descrevem a forma como a prioridade é definida e outros não explicam claramente a metodologia utilizada para a priorização de tarefas.
- *Aumento do tempo médio de espera*, geralmente à medida que os pedidos aumentam, o tempo médio de espera tende também a aumentar proporcionalmente. Nos escalonadores analisados, nenhuma compensação para esse problema é proposta.
- *Qualidade de experiência subtil*, apesar de existirem alguns algoritmos de escalonamentos na arquitetura *cloud* e no paradigma *fog* que privilegiam a QoS para a priorização das tarefas, elas não se focalizam em otimizar a QoE do utilizador.
- *Supervisão para a preservação da QoS*, os escalonadores analisados não fazem supervisão com objetivo de preservar adequadamente a qualidade de serviço. Isto é, o tempo máximo permitido para a obtenção de respostas não é considerado em algumas propostas e em outras, é considerado de forma inadequada.

3.2. Perspetivas de melhoria dos trabalhos relacionados

Alguns aspetos podem ser explorados por forma a melhorar as estratégias existentes:

- *Consciencialização do contexto no escalaonamento de tarefas*: várias pesquisas asseguram que os escalonadores sensíveis ao contexto são eficientes no aperfeiçoamento da QoS e otimizam os custos, tanto do ponto de vista dos utilizadores como dos provedores de serviço.
- *Priorização de tarefas sensíveis ao contexto*: devem ser introduzidos modelos de escalaonamento onde as prioridades são definidas com base no contexto dos pedidos.
- *Preservação da restrição de energia*: a restrição energética deve ser levada em consideração durante o escalaonamento de tarefas. O nível da bateria do dispositivo do utilizador final associado a um pedido deve disponibilizar um

nível limite da bateria, para que o dispositivo solicitante seja preservado até ao fim da execução.

- *Conservação da força do sinal da rede*: a intensidade do sinal associada a um pedido deve assegurar a força mínima do sinal de forma a possibilitar ao utilizador solicitar recursos e ter respostas em tempo hábil.
- *Salvaguarda da QoS*: atendendo que as tarefas descarregadas na *fog* são heterogéneas, o escalonador de tarefas deve considerar que o tempo necessário para a obtenção de resposta deve estar confinado dentro dos limites temporais previstos.
- *Redução do tempo médio de espera*: um mecanismo de compensação relativamente ao tempo médio de espera deve ser introduzido pelo escalonador de tarefas de forma a que o aumento do tempo de espera seja proporcionalmente menor em relação à chegada das tarefas.
- *Otimização da QoE*: os algoritmos de escalonamentos devem também concentrar em otimizar tanto a QoE dos utilizadores finais como a QoS.

Propomos na secção 4, um modelo e arquitetura de escalonamento de tarefas sensível ao contexto para o paradigma *fog*, que incorporam estas sugestões.

4. Modelo e arquitetura proposta

Segundo Fun *et al.* (2017), ao contrário da arquitetura *cloud*, o paradigma *fog* é composta por, no mínimo, três camadas, isto é, nós da borda adicionais são introduzidos entre o utilizador e a *cloud*.

No nosso modelo assumimos que uma técnica de *code offloading* adequado (por exemplo, MAUI definido em Bahl *et al.* (2010), COMET apresentado em Gordon *et al.* (2012), entre outros) esteja a ser executada nos dispositivos móveis a fim de tomar a melhor decisão em relação ao descarregamento ou não de códigos e em quais nós da *fog* (Berg, Durr & Rothermel, 2014).

Consideramos que um pedido inclui o atraso máximo permitido para executar a aplicação, o nível de bateria do dispositivo e os valores da força do sinal da rede. Também assumimos, tal como em Deng *et al.* (2016), que a *fog* disponibiliza capacidades computacionais muito maiores que os dispositivos móveis e deve ter a capacidade de extrair os contextos associados aos pedidos e tomar a decisão de escalonamento em conformidade.

Musumba e Nyongesa (2013), definiram como os principais contextos que podem ser explorados em qualquer ambiente de computação móvel: a ligação a rede; processadores disponíveis; nível de bateria, a localização; a largura de banda da rede; o tráfego na rede; as máquinas virtuais alugadas e requisitos de QoS da aplicação.

No nosso domínio do problema, os contextos dos provedores de serviços foram ignorados. Também, depois de descarregado a tarefa na *fog*, torna-se desnecessário considerar os processadores no dispositivo móvel. A localização do dispositivo também não afetará a tarefa do escalonamento, bem como o tráfego na rede e a largura de banda que é igual para todos os utilizadores. Com base nestas considerações, previmos três parâmetros

de contexto: nível da bateria; relação sinal-interferência-ruído da rede (SIN) e QoS da aplicação.

4.1. Modelo proposto

Os nós da *fog*, com a nossa proposta ativada, é constituída por várias unidades de trabalho: *Unidade de recuperação de informações de contexto* - compreende uma arquitetura, conforme definido em La e Kim (2010). Ela recupera as informações de contexto (C_i) de cada pedido ($r \in R$). As informações de contexto recuperadas são encaminhadas para a unidade de priorização de tarefas sensíveis ao contexto; *Unidade de priorização de tarefas sensíveis ao contexto* - estima o valor da prioridade de contexto (P_r) para cada pedido individual $r \in R$ e o encaminha para a unidade de QoE e escalonamento sensível ao contexto. A *Unidade de QoE e escalonamento sensível ao contexto* - escalona as tarefas para serem executadas nas *MVs em servidores* de forma que a QoE do utilizador final seja otimizada.

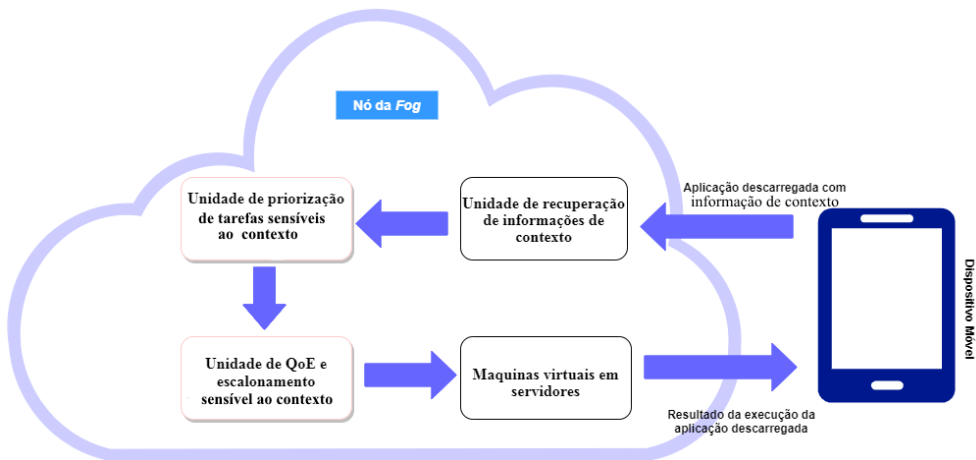


Figura 1 – Modelo proposto.

A figura 1, ilustra as diferentes unidades do modelo proposto. As notações relevantes utilizadas na *unidade priorização de tarefas sensíveis ao contexto* e na *unidade de QoE e escalonamento sensíveis ao contexto* estão listadas na tabela 1.

Símbolo	Definição
C	Conjunto de todos os parâmetros de contexto
α_i	Quantidade de diferentes tipos de níveis abstratos de um parâmetro de contexto, $C_i \in C$
γ_i	Diferença lógica entre dois níveis abstratos $C_i \in C$
η_i	Intervalo normalizado de valores $C_i \in C$
L_i	Conjunto de todos os níveis concretos de $C_i \in C$ no instante t
θ_i	Conjunto de valores tendenciosos $C_i \in C$

Símbolo	Definição
F	Conjunto de todas as combinações possíveis de um elemento de cada L_i
M	Conjunto múltiplo de valores mínimos $\forall \mu \in F$
R	Conjunto de execuções de aplicações em um dado instante t
V	Conjunto de máquinas virtuais disponíveis em um dado instante t
β	Conjunto dos coeficientes de regressão linear múltipla
P_r	Prioridade de qualquer pedido $r \in R$
$\psi_{r,v}$	Tempo necessário para a execução de um pedido $r \in R$ em uma máquina virtual $v \in V$
I_r	Quantidade de interrupções de uma requisição $r \in R$

Tabela 1 – Notações e definições da arquitetura do modelo proposto.

Assumimos que algumas MVs estejam criadas com diferentes configurações o que permite minimizar as sobrecargas relativas aos processos de criação e eliminação de MVs, conforme referido em Skarlat *et al.* (2017). A provisão ótima de MVs para os pedidos e as suas afetações energeticamente eficientes estão fora do escopo deste artigo. Foram, no entanto, discutidas em Li *et al.* (2017) e Yang *et al.* (2018).

4.2. Arquitetura do modelo proposto

Em Han (2011), foi proposto um resolvidor de heterogeneidade de contexto, que processa vários parâmetros de contexto, num intervalo normalizado, através da normalização *Min-Max*. Nas subsecções seguintes são definidas a arquitetura do modelo proposto, a começar pela unidade de priorização das tarefas sensíveis ao contexto.

4.2.1. Unidade de priorização de tarefas sensíveis ao contexto

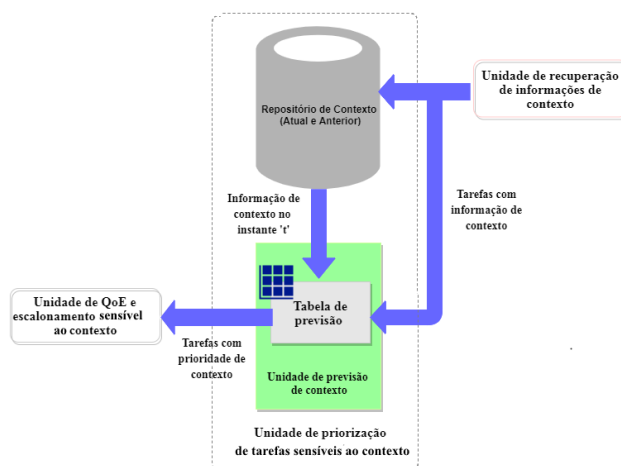


Figura 2 – Arquitetura da unidade de priorização de tarefas.

Esta unidade é composta pelo *repositório de contexto*, que armazena as informações de contexto das tarefas atuais e anteriormente recebidas e pela *unidade de previsão de contexto* que explora a informação de contexto num determinado instante de tempo e alimenta a *tabela de previsão*. Assim, conseguimos eliminar a heterogeneidade das informações de contexto na alimentação da *tabela de previsão*.

A *tabela de previsão*, disponibiliza um conjunto de dados para a análise da Regressão Linear Múltipla (RLM) que visa definir a prioridade de contexto dos pedidos atuais. A figura 2, ilustra arquitetura da *unidade de priorização de tarefas sensíveis ao contexto* do modelo proposto.

4.2.2. Criação da tabela de previsão de prioridade de contexto

Para a resolução de problemas relacionados com a heterogeneidade de informações do contexto, com base na normalização *Min-Max*, foi concebido um modelo que alimenta a tabela de previsão de prioridade de contexto. O repositório de contexto disponibiliza informações do contexto de tarefas previamente recebidas num determinado instante t . $\forall C_i \in C$, todas as informações do contexto são normalizadas em relação aos extremos, os valores ficam concentrados num intervalo entre 0 e 1. Esta abordagem permite minimizar a heterogeneidade dos diferentes parâmetros do contexto em termos de valores e unidades. Definimos o intervalo normalizado, η_i , para um parâmetro de contexto, $C_i \in C$, conforme a equação 1.

$$\eta_i = \frac{\max(C_i) - \min(C_i)}{\max(C_i)} \quad (1)$$

Dentro deste intervalo normalizado de um $C_i \in C$, assumimos que existem α_i níveis abstratos. Estes níveis abstratos representam a medição qualitativa do parâmetro de contexto correspondente. Permitem que as variações de valores de um determinado parâmetro de contexto possam ser classificadas internamente. As diferenças lógicas entre dois níveis abstratos consecutivos, γ_i , de um contexto $C_i \in C$ são definidas conforme a equação 2.

$$\gamma_i = \frac{\eta_i}{\alpha_i} \quad (2)$$

A representação numérica desta abstração compreende um conjunto em concreto de níveis, L_i , para qualquer $C_i \in C$. Esta abordagem transforma a medição qualitativa em quantitativa, necessários para cálculos posteriores. O L_i é definido conforme a equação 3.

$$L_i = \left\{ x : x = \frac{\min C_i}{\max C_i} + z\gamma_i \right\}, \forall C_i \in C. \quad (3)$$

Onde $z = 0, 1, 2, \dots, (\alpha_i - 1)$.

O cálculo do produto cartesiano, permitem definir o conjunto combinatório de todos os níveis de contexto a partir dos diferentes parâmetros de contexto. Este produto cartesiano é formulado conforme indicado na equação 4.

$$F = \prod_{i=1}^{|C|} L_i \cdot \quad (4)$$

Todas as combinações possíveis dos diferentes parâmetros do contexto de uma requisição ($r \in R$) são determinadas.

Também é criado um multiconjunto M com os valores mínimos de cada combinação de F , definido conforme a equação 5.

$$M = \{q : q = \min(\mu)\}, \forall \mu \in F. \quad (5)$$

Este multiconjunto identifica o estrangulamento de todas as possíveis combinações do contexto de um pedido $r \in R$ que influencia a priorização das combinações simbólicas. Além dos parâmetros de estrangulamento, os valores de enviesamento, associados aos diferentes níveis dos vários parâmetros de contexto, utilizados na priorização, também influenciam a priorização. Este valor de enviesamento permite enfatizar os outros parâmetros. Basicamente, é um mapeamento *um-para-um* entre os elementos de L_i e o conjunto enviesado, θ_i para um determinado parâmetro de contexto, $C_i \in C$.

Seja, $\theta_{i,j}$ refere ao valor mínimo de enviesamento de C_i , no seu j -ésimo nível associado a

uma combinação candidata em F . Para mapear, θ_i para L_p , $\theta_{i,o}$, presume-se, $\forall C_i \in C$.

$\forall C_i \in C$, $\theta_{i,j}$ deve satisfazer a seguinte condição:

$$\theta_{i,j} * \max(q \in M) < \theta_{i,j+1} * \min(q \in M) \quad (6)$$

As prioridades destas combinações são definidas de forma que a informação do contexto de qualquer pedido possa ser mapeada sobre ela mesma a fim de prever a prioridade desse pedido.

O cálculo da prioridade é feito utilizando os valores relevantes de enviesamento $\forall C_i \in C$ e

o seu parâmetro de contexto de estrangulamento. Assumimos que $\delta_i(\mu_k)$ define a prioridade do contexto $\mu_k \in F$ enviesado em $C_i \in C$. $\delta_i(\mu_k)$ é representado conforme a equação 7.

$$\delta_i(\mu_k) = \frac{\theta_{ij} * q_k}{\sum q}, \forall q \in M. \quad (7)$$

Onde, $0 \leq k \leq (|F| - 1)$ e $q_k \in M$ está associada à μ_k .

A prioridade estimada, $\hat{\delta}_i(\mu_k)$ de μ_k é calculada através da equação 8.

$$\delta_i(\mu_k) = \sum_{C_i \in C} \delta_i(\mu_k). \quad (8)$$

μ_k e $\hat{\delta}(\mu_k)$, $\forall \mu_k \in F$ alimentam a tabela de previsão com um conjunto de dados. Estes dados da tabela de previsão permitem prever a prioridade de qualquer pedido em fila de espera.

4.2.3. Previsão da prioridade do contexto

A RLM é um dos métodos estatísticos multivariados cuja a principal preocupação consiste em estabelecer as relações entre várias variáveis independentes ou preditoras e uma variável dependente ou critério. Ao identificar como estas múltiplas variáveis independentes se relacionam com a variável dependente, as informações sobre as variáveis independentes podem ser utilizadas para fazer previsões precisas e poderosas (Quinn & Keough, 2002). Consideremos, m observações de um conjunto de p número do variável preditor X s e um variável critério Y associado a elas. O modelo de RLM, que geralmente se ajusta a este cenário, é definido conforme a equação 9.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_j x_{ij} + \dots + \beta_p x_{ip} \in_i, \quad (9)$$

onde, para a i -ésima observação, $y_i = Y$ e $x_{ji} = X_j$, $\forall X_j \in X$. O coeficiente do RLM, β_0 , é a interceção da população e β_j , é a variação de Y em uma unidade de variação em X_j , $\forall X_j \in X$ e $1 \leq j \leq p$, mantendo as outras variáveis independentes constantes, $\in_i$ é o erro

aleatório ou inexplicável associado à i -ésima observação. Os valores estimados dos coeficientes da RLM são calculados através dos valores conhecidos da equação (8) de cada observação, e resolvidos algebricamente. Estimando $\beta = \{\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p\}$, $\forall \beta_0 \in \beta$

e σ_e^2 (erro da variância), a reta de regressão ajustada, que prevê Y para qualquer observação desconhecida, é expressa conforme a equação 10:

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_{i1} + \dots + b_j x_{ij} + \dots + b_p x_{ip} \in_i \quad (10)$$

onde, $\hat{y}_i$ é o valor previsto para qualquer observação desconhecida, b_j é a estimativa da amostra de $\beta_j \forall \beta_j \in \beta$.

Ao invés de calcular as regressões para cada variável preditora individualmente, a RLM utiliza informações de todas as variáveis independentes simultaneamente para prever uma única variável critério. Como resultado, ela é naturalmente mais rápida do que os outros métodos de análise multivariada (Mertler & Reinhart, 2016).

Fazemos o mapeamento da tabela de previsão de contexto para o modelo RLM, considerando cada *tuplo* da tabela de previsão como uma observação de um conjunto de dados da RLM em que, o conjunto de variáveis independentes, $X = C_i, \forall C_i \in C$ de cada

combinação $\mu \in F$, a variável dependente, $Y = \hat{\delta}_i(\mu_k)$ é a prioridade prevista de qualquer requisição desconhecida, $P_r = \hat{y}_i$.

Para qualquer pedido $r \in R$, quanto menor for o valor P_r , maior será a prioridade.

A tabela de previsão de prioridade de contexto é criada através dos valores quantitativos $\forall C_i \in C$ e dos parâmetros de contexto que são independentes entre si. Após a definição

da prioridade do contexto, as informações do contexto desta tarefa são armazenadas no repositório de contexto.

4.3. Otimização do escalonamento das aplicações

A unidade de QoE e escalonamento sensível ao contexto do sistema proposto escalona as tarefas prioritárias para serem executadas em MVs na *fog* após um intervalo de escalonamento (IE), τ .

De modo a otimizar a QoE dos utilizadores, o escalonador proposto explora a prioridade de contexto (P_r) de um pedido $r \in R$ e a sua duração estimada do tempo de execução

($T_{r,v}$) para definir o escalonamento desse pedido $r \in R$ em uma MV, $v \in V$. Se em virtude

da quantidade limitada de MVs e à baixa prioridade, um pedido $r \in R$ não poder ser

escalonada num intervalo de escalonamento, ela deverá ser escalonada nos próximos intervalos. Na nossa proposta, a execução de tarefa com menores prioridades é interrompida em virtude da chegada de tarefa com maiores prioridades. Considerando que essa preempção pode propiciar a espera por tempo indeterminado para a execução de um determinado pedido $r \in R$, exploramos também o número de intervalos de

escalonamento (I_r), em que um pedido de escalonamento numa MV é adiado desde a sua chegada, com o objetivo de evitar a condição de *starvation*. Com vista a otimizar a QoE dos utilizadores foi utilizada a técnica de otimização de Programação Não Linear Multiobjetivo (MONLP) para escalonar os pedidos.

Segundo Miettinen (1998), a técnica MONLP é geralmente aplicada aos problemas de otimização onde existem mais de uma função objetivo (FO) não lineares a serem otimizada simultaneamente. Ela possui alguns elementos como: conjunto de funções

objetivos não lineares que devem ser otimizadas; variáveis de decisão que constituem o domínio no qual cada FO deve operar; restrições que delimitam o espaço de pesquisa.

Nas secções 4.3.1 e 4.3.2, são definidas as funções objetivos e as restrições para o escalonamento otimizado de aplicações.

4.3.1. Definição da função objetivo

Um dos objetivos desta artigo consiste em escalonar pedidos, $r \in R$ em MV, $v \in V$,

visando otimizar a QoE dos utilizadores para todos os pedidos num determinado intervalo de escalonamento. Assumindo que a execução de todos os pedidos, $r \in R$ não

são preemptivas e que todas as MVs, $v \in V$ estão criadas na *fog*, a FO é definida conforme a equação 11.

$$\min_{r,v} \sum_{r \in R} \sum_{v \in V} \frac{P_r * \psi_{r,v}}{I_r} \quad (11)$$

E está sujeita a algumas restrições, (inequações (12) à (17)).

Esta equação indica que a QoE de todos os pedidos de aplicações dos utilizadores podem ser otimizadas através da minimização da soma dos seus tempos de execução. Ela também leva em consideração a execução prioritária das tarefas com maiores prioridades através da minimização da soma das prioridades de todas os pedidos, dado que, quanto menor for o resultado, maior será a prioridade obtida. Além disso, a soma dos valores inversos do (I_r) , $\forall r \in R$ mostra que os pedidos, em que foram adiados os seus

escalonamentos num determinado intervalo, terão maior prioridade para serem escalonadas nos atuais intervalos, atenuando assim a situação de *starvation*.

4.3.2. Definição das restrições

Para o escalonamento ótimo definimos as seguintes restrições:

- *Restrição de capacidade:* é apresentada conforme a inequação 12.

$$\sum_{v \in V} \eta_v \leq \eta \quad (12)$$

Onde, η_v representa o tamanho da máquina virtual e η é a capacidade total do nó da *fog*.

- *Restrição de afetação de MV:* é apresentada conforme a inequação 13.

$$\sum_{v \in V} K_{v,r} \leq 1, \forall v \in V, \forall r \in R \quad (13)$$

$K_{v,r}$ é uma variável booleana, que é igual a um, se uma MV $v \in V$ for afetada a um pedido $r \in R$; caso contrário é zero.

- *Restrição de escalonamento de pedidos:* é escrita conforme a inequação 14.

$$\sum_{r \in R} \chi_{r,v} \leq \forall r \in R, \forall v \in V. \quad (14)$$

$\chi_{r,v}$ é uma variável booleana, é igual a um, se um pedido $r \in R$ estiver escalonada em uma MV $v \in V$; caso contrário, é zero.

- *Restrição de QoS:* é representada conforme a inequação 15.

$$\psi_{r,v} + Q_r \leq T_r, \forall r \in R. \quad (15)$$

onde, $\psi_{r,v}$ representa o tempo necessário para executar um pedido $r \in R$ em uma máquina virtual $v \in V$, Q_r é o tempo de espera na fila do pedido r . e T_r corresponde à QoS da aplicação.

- *Restrição de consumo de energia:* é apresentada conforme a inequação 16.

$$B_r \geq B_{th}. \quad (16)$$

onde, B_r representa o nível de bateria do dispositivo do utilizador final associado a um pedido, $r \in R$ e B_{th} indica o nível mínimo de bateria, para que o dispositivo requisitante se permaneça ligado até ao final da execução.

Restrição da qualidade do sinal: é escrita conforme a inequação 17.

$$SIN_r \geq SIN_{th}, \quad (17)$$

onde, SIN_r representa a intensidade do sinal associado a um pedido $r \in R$ e SIN_{th} indica a intensidade mínima do sinal necessário para a submissão de um pedido do dispositivo do utilizador final.

4.4. Definição dos parâmetros

Comparado com os outros parâmetros de contextos, o requisito de QoS da aplicação tem maior impacto no aperfeiçoamento da QoE dos utilizadores finais. Por isso, calculamos os valores de enviesamento, θ associados principalmente a este parâmetro.

O desempenho da solução proposta é influenciado grandemente pelo intervalo de escalonamento, τ . Atendendo que o tempo médio de execução de diferentes pedidos

$r \in R_t$ nas diferentes MVs $v \in V_t$ são conhecidos a partir das experiências anteriores. Podemos calcular a previsão do escalonamento estático (τ_s) conforme definido na equação 18.

$$\tau_s = \frac{1}{|R_t|} \sum_{r \in R_t} \sum_{v \in V_t} \psi_{r,v}. \quad (18)$$

O valor τ estático nem sempre permite uma boa utilização dos recursos. Um valor de τ alto reduz a sobrecarga do escalonamento, contudo, poderá não conseguir manter a exigência de QoS da aplicação do utilizador nem garantir uma melhor utilização dos recursos computacionais. Do mesmo modo, um valor de τ muito baixo pode provocar

uma grande sobrecarga no escalonamento, assim como poderá possibilitar a existência de alguns intervalos de escalonamento, sem a chegada de pedidos. Portanto, um valor τ

dinâmico permite aumentar o desempenho da nossa proposta, assumindo que a taxa média de chegada dos pedidos varia muito ao longo do tempo. No entanto, na prática, nem a sequência da chegada dos pedidos, nem os respetivos tempos de execução nas MVs obedecem o intervalo de escalonamento estático (τ_s), que é calculada como média

aritmética dos valores das experiências anteriores. Por isso, visando aumentar o desempenho do modelo proposto optamos, pelo cálculo do intervalo de escalonamento dinâmico (τ_d), que utiliza a fórmula do *Exponentially Weighted Moving Average*

(EWMA) (Wold, 1994), conforme a equação 19:

$$\hat{\tau}_{d(m)} = (1 - \omega) \hat{\tau}_{d(m-1)} + \omega \tau_{d(m)} \quad (19)$$

onde, ω é a constante de ponderação, ou o fator de alisamento, onde $0 < \omega < 1$ e $\tau_{d(m)}$,

é a média aritmética dos tempos de execução dos pedidos em todas as MVs no intervalo de escalonamento m -ésimo. Conforme a equação 20.

$$\tau_{d(m)} = \frac{1}{|S|} \sum_{s \in S} \frac{1}{|V_s|} \left(\sum_{v \in S} \frac{N_{v,r}}{\phi_v} \right).$$

onde, S e V_s significam respetivamente o conjunto de servidores e de MVs em cada servidor. $N_{v,r}$ representa o número de instruções de um pedido $r \in R$ executada numa

MV $v \in V_s$ com velocidade de processamento ϕ_v .

Na secção seguinte, é feita a avaliação do desempenho do modelo proposto.

5. Avaliação de desempenho do modelo proposto

O ambiente de simulação do modelo proposto foi desenvolvido no *kit* de ferramentas de simulação *iFogSim* e modela uma *fog* composta por três *hosts* com parâmetros conforme a tabela 2.

Parâmetros	Valores
Quantidade de MV	1 ~ 15
Capacidade do disco de cada MV	10,000 MB
Memória de cada MV	512 MB
QoS da Aplicação	6 ~ 15 s
Tamanho do pedido	1000 ~ 2000 MI
B_{th}	15%
SIN_{th}	15 dB
$\alpha_{Bateria}$	3
α_{sin}	2
α_{QoS}	4
Duração da Simulação	500 s

Tabela 2 – Parâmetros de simulação

5.1. Métricas de desempenho da análise do modelo proposto

As seguintes métricas de desempenho foram utilizadas para comparar a nossa proposta de escalonamento (com Intervalo de Escalonamento (IE) estático e dinâmico) com abordagens de escalonamento não sensíveis ao contexto como: *FCFS*, *SJF* e *QoS-based*:

- *Porcentagem de execução dos pedidos bem-sucedidos*: é calculada através da razão entre a quantidade de tarefas que preservam os diferentes parâmetros de contexto e a totalidade de tarefas solicitadas. Quanto maior for esta percentagem, maior será a quantidade de tarefas que preservam os diferentes parâmetros de contexto.
- *Tempo médio de espera de uma tarefa*: é o tempo decorrido desde a sua chegada até a sua disponibilização numa MV. Q_r indica o tempo de espera de um pedido $r \in R$. O tempo médio de espera de uma tarefa é calculado conforme a equação 21.

$$\hat{Q} = \frac{1}{|R|} \sum_{r \in R} (Q_r) \quad (21)$$

onde R representa a totalidade dos pedidos recebidos durante o período de simulação. Quanto menor for o valor de Q maior será o desempenho.

- *Qualidade da Experiência (QoE)*: é o grau de satisfação global dos utilizadores relativamente à utilização de um produto ou serviço. Pode ser aperfeiçoada através da diferença entre o tempo máximo permitido para a obtenção da resposta (requisito QoS da aplicação), T_r , e o tempo de resposta de um pedido.

Calculamos a média de QoE de todos os pedidos R expedidos durante a simulação conforme a equação 22.

$$QoE = \frac{1}{|R|} \sum_{r \in R} \sum_{v \in V} (T_r - (\psi_{r,v} + Q_r)) \quad (22)$$

Quanto maior for este valor, melhor será a capacidade do sistema em otimizar a QoE do utilizador.

Os resultados da avaliação, obtidos através da simulação implementada com base nos parâmetros da tabela 2, são descritos na subsecção 5.2.

5.2. Resultados e discussões

Uma análise detalhada ao ficheiro da simulação permite-nos concluir que a taxa de sucesso no escalonamento das aplicações sensíveis ao contexto é superior em comparação com os escalonamentos não sensíveis ao contexto. No modelo proposto, os pedidos dos dispositivos em situações de vulnerabilidades, com baixos valores de contextos, possuem maior precedência de execução. Isto é, é-lhes assegurado o funcionamento prioritário por forma a poderem receber o *feedback* da *fog*. No entanto, como a *fog* possui recursos limitados, o que afeta a performance de serviço, a taxa de sucesso diminui quando aumentam a quantidade dos pedidos.

Seguidamente, apresentamos e discutimos a variação dos pedidos executados com sucesso em relação ao aumento de pedidos, MVs e requisitos QoS da aplicação.

5.2.1. Impactos do aumento de pedidos

As percentagens dos pedidos executados com sucesso preservando os diferentes parâmetros de contexto (mantendo constante a quantidade de MVs), são apresentadas nos gráficos 1, 2 e 3. O tempo médio de espera e a QoE neste cenário são apresentadas nos gráficos 4 e 5, respetivamente.

Na nossa proposta, os pedidos provenientes de dispositivos com nível de bateria baixo têm maior prioridade. São executadas com maior precedência. Como resultado, os dispositivos obtêm as respostas aos pedidos antes do dispositivo se desligar devido a insuficiência da bateria. Consequentemente, o sistema proposto possui um melhor desempenho em comparação com as outras abordagens em estudo, conforme ilustrado no gráfico 1. Isto deve-se ao facto de que nenhum dos outros algoritmos estudados se preocupa com o contexto do nível da bateria. Além disso, o sistema proposto (com IE dinâmico) diminui o tempo de inatividade dos recursos da MV nos servidores o que permite aumentar as hipóteses para os pedidos com contextos críticos serem executadas com maior prioridade.

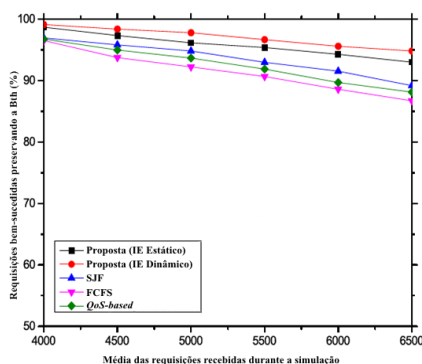


Gráfico 1 – Tarefas executadas com sucesso preservando o nível da bateria em relação ao aumento de pedidos.

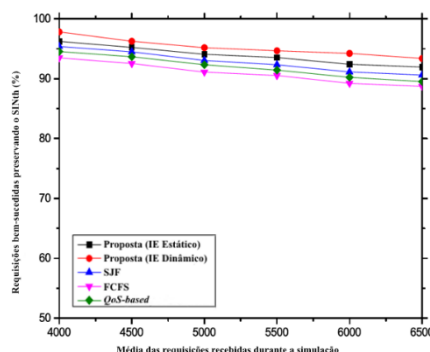


Gráfico 2 – Tarefas executadas com sucesso preservando o nível do sinal em relação ao aumento de pedidos.

Da mesma forma, podemos observar através do gráfico 2 que em todas as abordagens estudadas, a percentagem de pedidos de aplicações executados com sucesso preservando o nível do sinal, também diminui gradualmente devido ao aumento de receção dos pedidos. Como teoricamente esperado, a quantidade de pedidos com valores críticos do SIN aumentam em função do aumento da quantidade de pedidos e, como consequência, o desempenho total diminui ao longo do tempo.

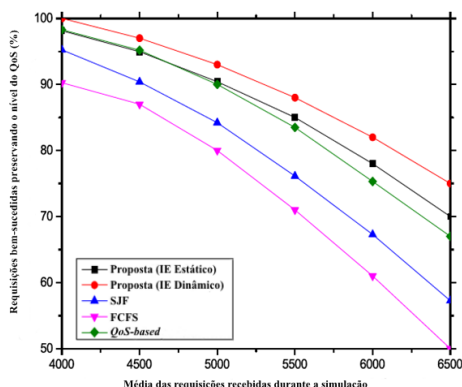


Gráfico 3 – Tarefas executadas com sucesso preservando o nível da QoS em relação ao aumento da quantidade de pedidos.

O gráfico 3 ilustra que a percentagem dos pedidos executados com sucesso, preservando as exigências da QoS, diminui drasticamente em todas as abordagens de escalonamento estudadas em função do aumento da quantidade de pedidos. A razão subjacente a este resultado é explicada pelo facto de que o aumento dos pedidos também permite aumentar o tempo de espera, o que obriga muitas tarefas a violarem os requisitos de QoS. No entanto, o desempenho da nossa proposta supera o dos outros algoritmos (*FCFS*, *SJF*, *QoS-based*).

No modelo proposto, o impacto dessa diminuição é significativamente menor, dado que ela privilegia o escalonamento de acordo com os seus requisitos de QoS. Por fim, o resultado demonstra que, para todos os casos, o intervalo de escalonamento dinâmico produz um impacto ainda melhor de desempenho em comparação com o seu equivalente estático.

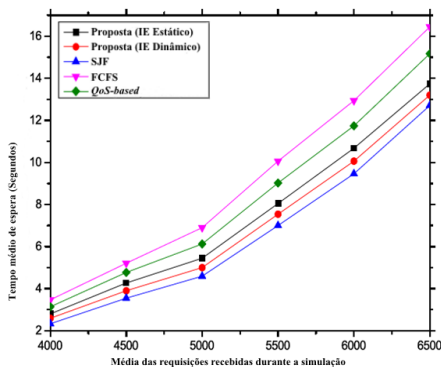


Gráfico 4 – Tempo médio de espera em relação ao aumento da quantidade de pedidos.

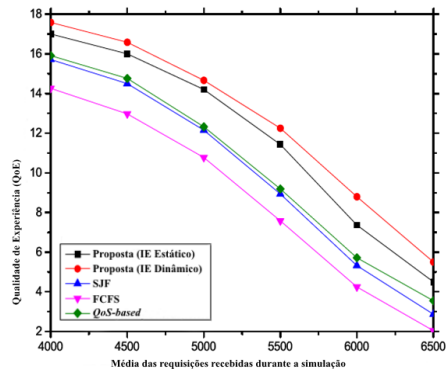


Gráfico 5 – QoE dos utilizadores em relação ao aumento da quantidade de pedidos.

O gráfico 4 ilustra que o tempo médio de espera no modelo proposto é inferior em comparação com a maioria das outras técnicas não sensíveis ao contexto.

Isto deve-se ao facto de o escalonamento no modelo proposto não considerar apenas o contexto das tarefas, mas também as interrupções dos mesmos enquanto estão na fila de espera para serem escalonadas e ao seu tamanho individual. Por conseguinte, uma tarefa deve ser penalizada por um período curto devido a outros fatores e uma tarefa trivial não deve esperar muito tempo para ser executada, devido à execução de uma tarefa maior.

O gráfico 5 ilustra a otimização da QoE dos utilizadores finais.

O sistema proposto privilegia a execução de tarefas com valores de contexto mais baixos. Como resultado elas são executadas respeitando um tempo mínimo e atraso de resposta tolerável. Relativamente às outras tarefas com parâmetros de contexto adequados, este cenário é suportado de forma intrínseca. Assim, a QoE dos utilizadores é otimizada em todos os cenários possíveis. Em comparação com a maioria das outras técnicas não sensíveis ao contexto, elas muitas vezes não conseguem otimizar a QoE, porque de acordo com os seus critérios de escalonamento, enquanto satisfazem um pedido com maior prioridade, o pedido com menor prioridade pode não conseguir manter a sua tolerância de QoS. Nos piores cenários, poderá resultar em valores de QoE negativos, enquanto que, no modelo proposto, o valor de QoE é sempre positivo.

5.2.2. Impactos do aumento de MVs na fog

As percentagens das tarefas executadas com sucesso preservando os diferentes parâmetros de contexto, assumindo que a quantidade de pedidos recebidos durante a simulação é constante em relação ao aumento da quantidade de MVs, são ilustrados nos

gráficos 6, 7 e 8. Os gráficos 9 e 10 ilustram respetivamente o tempo médio de espera e QoE dos utilizadores no critério impactos do aumento de MVs.

Se o número de MVs aumentar, também aumenta a taxa de sucesso na execução dos pedidos que satisfazem os vários condicionalismos contextuais. Este cenário é apresentado nos gráficos 6 e 7 tanto em termos de níveis da bateria como em relação à força do sinal da rede.

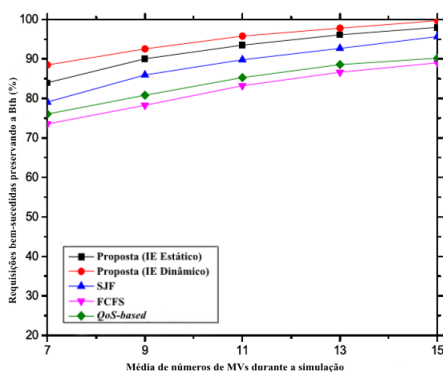


Gráfico 6 – Pedidos executados preservando o nível de bateria em relação ao aumento de MV.

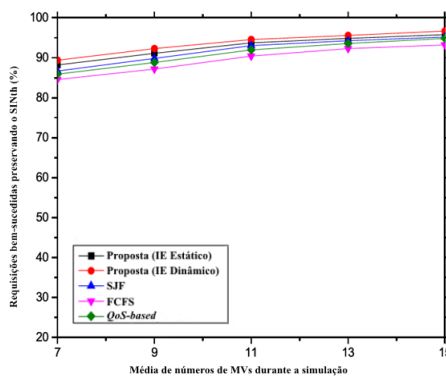


Gráfico 7 – Pedidos executados preservando o nível do SIN em relação ao aumento de MV.

O gráfico 8 ilustra que a percentagem dos pedidos executados com sucesso preservando o nível de QoS em relação ao aumento das máquinas virtuais. Excetuando o comportamento normal para valores mais altos no eixo X, a taxa de sucesso é consideravelmente mais alta no sistema proposto em comparação com os outros algoritmos, o mesmo também se verifica em relação aos valores mais baixos do eixo X.

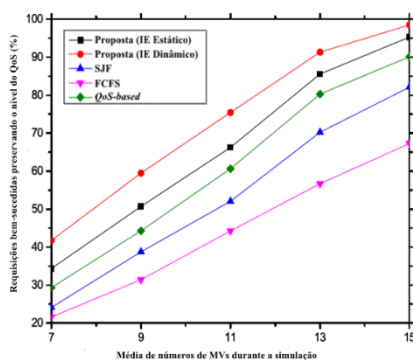


Gráfico 8: Pedidos executados preservando a QoS em relação ao aumento de MV.

Quanto ao tempo de espera e QoE em relação ao aumento de MV, conforme os gráficos 9 e 10, apresentam cenários teoricamente comprovados. Mesmo assim, o desempenho do modelo proposto é sempre superior em comparação com as outras políticas.

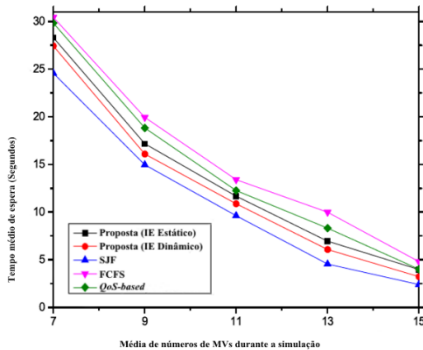


Gráfico 9 – Tempo médio de espera em relação ao aumento de MV.

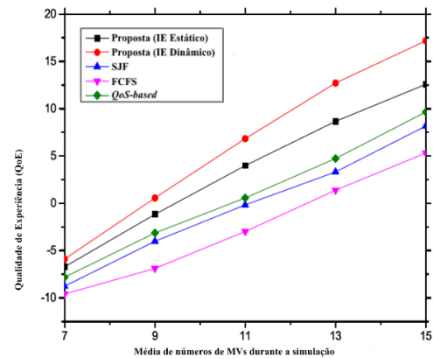


Gráfico 10 – QoE do utilizador em relação ao aumento de MV.

5.2.3. Impactos do requisito QoS da aplicação

Nos gráficos 11 e 12 é ilustrado o impacto do requisito QoS dos pedidos no desempenho do modelo proposto. Ilustram que à medida que aumenta o tempo médio admissível de resposta aos pedidos, aumentam também as percentagens das tarefas satisfeitas em termos de QoS e QoE. Isto acontece porque o tempo de execução dos pedidos diminui. Consequentemente, é possível executar tarefas de acordo com a sua exigência de QoS e dentro do tempo mínimo estabelecido. Este facto permite o aperfeiçoamento da QoE dos utilizadores. As outras técnicas de escalonamento não sensíveis ao contexto, em comparação com o modelo proposto, revelam menos eficiência neste cenário.

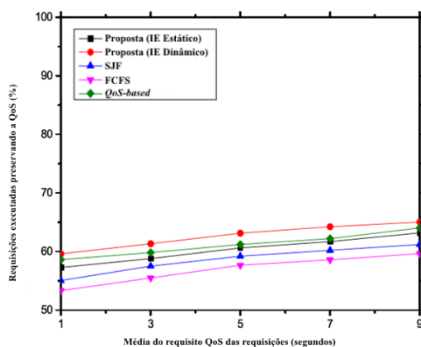


Gráfico 11 – Pedidos executados em relação ao aumento da QoS da aplicação.

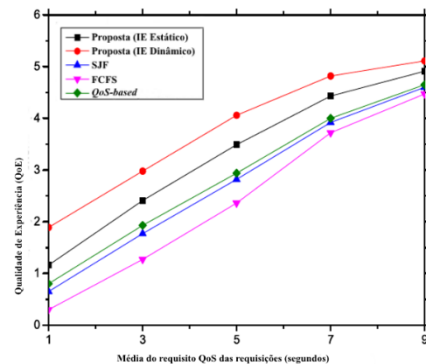


Gráfico 12 – QoE do utilizador em relação ao aumento da QoS da aplicação.

5.3. Resumo das simulações

Em síntese a esta experiência, afirmamos sem dúvida que a política de escalonamento sensível ao contexto proposta, é eficiente em relação à quantidade de tarefas escalonadas e que satisfazem a QoS, diminuição do tempo de resposta, otimização de

QoE, redução do tempo médio de espera, entre outros, em comparação com as políticas de escalonamentos não sensíveis ao contexto. Tendo em consideração as observações fundamentadas apresentadas, podemos afirmar que a nossa proposta de escalonamento possui condições para ser implementada em ambientes práticos.

6. Conclusões

O objetivo principal deste artigo consiste em definir um modelo de escalonamento de tarefas sensíveis ao contexto para o paradigma *fog*. Como apresentado, o modelo proposto é suficientemente eficiente para priorizar tarefas independentemente da heterogeneidade das suas informações de contextos. Ademais, consegue otimizar a QoE dos utilizadores e permite situações vantajosas em termos de utilização de recursos e tempo de execução.

As principais conclusões alcançadas com base no levantamento de trabalhos relacionados tanto na arquitetura *cloud* como no paradigma *fog* foram que o escalonamento na *cloud*, foi amplamente estudado. Enquanto que na *fog*, devido densidade e heterogeneidade de dispositivos, o escalonamento é complexo e ainda existem poucos estudos. Muitos dos algoritmos estudados possuem várias limitações: não descrevem a forma como a prioridade é definida; não explicam o método utilizado na priorização de tarefas e nem definem a priorização de tarefas com base em informações do contexto; muitos defendem a perspetiva dos provedores de serviços; outros são aplicados em tarefas agrupadas para diminuir o tempo de execução; alguns otimizam apenas a QoS. Outros, exploram alguns contextos. Identificamos e sugerimos algumas perspetivas de melhorias podem ser explorados e melhorados como: a utilização do contexto no escalonamento; priorização de tarefas sensíveis ao contexto; consideração da restrição energética no escalonamento; preservação da força do sinal da rede; preservação da QoS; redução do tempo médio de espera e otimização da QoE.

Com base nessas sugestões de melhorias propomos um modelo de escalonamento de tarefas sensíveis ao contexto para o paradigma *fog* que utiliza a normalização *Min-Max*, para resolver o problema da heterogeneidade dos diferentes parâmetros de contexto, o método da RLM para a definição das prioridades dos pedidos e a técnica MONLP para o escalonamento ótimo visando otimizar a QoE dos utilizadores. A definição dos parâmetros do sistema permitiu um escalonamento mais eficiente, que garante a boa utilização dos recursos, bem como a execução eficaz das tarefas.

A validação do modelo e da arquitetura proposta, foi feita com base em simulações realizadas no kit de ferramentas *iFogSim*, que nos possibilitou fazer comparações experimentais e teóricas da nossa proposta sensível ao contexto, tanto para intervalos de escalonamento estáticos como dinâmicos com escalonadores não sensíveis ao contexto (*FCFS*, *SJF*, *QoS-based*) com base nas seguintes métricas: taxa de sucesso dos pedidos; tempo médio de espera e QoE dos utilizadores.

Apesar de considerarmos vários parâmetros de contextos na nossa proposta, acreditamos que outros ainda podem ser escolhidos por forma a influenciarem ainda mais significativamente o escalonamento. Concluimos afirmando que todos os objetivos propostos foram alcançados.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Calouste Gulbenkian pelo financiamento desta investigação através da bolsa de doutoramento sob a referência n.º 234242, 2019-Bolsas de Pós-Graduação para estudantes dos PALOP e de Timor-Leste.

Referências

- Aazam, M., Hilaire, M. St., Lung, Ch., & Lambadaris, I. (2016). MeFoRE: Resource Estimation QoE based at Fog to Enhance QoS in IoT. In: Proc. of the 23rd International Conference on Telecommunications, ICT '16, IEEE, pp. 1-5. <https://doi.org/10.1109/ICT.2016.7500362>.
- Bahl, P., Cuervo, E., Balasubramanian, A., Cho, D. K., Wolman, A., Saroiu, S., & Chandra, R. (2010). Maui: making smartphones last longer with code offload. In Proceedings of the 8th international conference on Mobile systems, applications, and services. pp. 49-62. <https://doi.org/10.1145/1814433.1814441>.
- Berg, F., Durr, F., & Rothermel, K. (2014). Increasing the efficiency and responsiveness of mobile applications with preemptable code offloading., IEEE International Conference on Mobile Services (MS), IEEE, pp. 76–83, <https://doi.org/10.1109/MobServ.2014.20>.
- Cardellini, V., Grass,i V., Presti, F.L., & Nardelli, M. (2015). On QoS-Aware Scheduling of Data Stream Applications over Fog Computing Infrastructures, IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC), pp. 271-276. <https://doi.org/10.1109/ISCC.2015.7405527>.
- Barros, C., Rocio, V., Sousa, A., & Paredes, H. (2020). Survey on Job Scheduling in Cloud-Fog Architecture. 2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), Sevilla, Spain, 2020, pp. 1-7. <https://doi.org/10.23919/CISTI49556.2020.9141156>.
- Bazire, M., & Brézillon, P. (2005). Understanding Context Before Using It. In A. Dey, B. Kokinov, D. Leake, & R. Turner (Eds.), Modeling and Using Context (pp. 29–40). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/11508373_3.
- Bonomi, F., Milito, R., Natarajan, P., & Zhu, J. (2014). Fog Computing: A Platform for Internet of Things and Analytics. In N. Bessis & C. Dobre (Eds.), Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments (pp. 169–186). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05029-4_7.
- Deng, R., Luan, T. H, Lu, R., Liang, H., & Lai, C. (2016). Optimal Allocation Workload in Fog-Cloud Computing Towards Balanced Delay and Power Consumption, IEEE Internet Things J. X(X), 1171-1181. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2016.2565516>.
- Dey, A. K. (2001). Understanding and Using Context. Personal and Ubiquitous Computing, 5(1), 4–7. <https://doi.org/10.1007/s007790170019>.

- Fan, J., Wei, X., Wang, T., Lan, T., & Subramaniam, S. (2017). Deadline-Aware Task Scheduling in a Tiered IoT Infrastructure. In *GLOBECOM 2017 - 2017 IEEE Global Communications Conference* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2017.8255037>.
- Fernando N., Loke S. W., & Rahayu, W. (2013). Mobile cloud computing: The survey, *Future Generation Computer Systems*, 29(1), 84-106. <https://doi.org/10.1016/j.future.2012.05.023>.
- Ghouma, H., & Jaseemuddin, M. (2015). Context aware resource allocation and scheduling for mobile cloud, 2015 IEEE 4th International Conference on Cloud Networking (CloudNet), Niagara Falls, ON, (pp. 67-70). <https://doi.org/10.1109/CloudNet.2015.7335282>.
- Gill, S. S., Garraghan, P., & Buyya, R. (2019). ROUTER: Fog enabled cloud based intelligent resource management approach for smart home IoT devices. *Journal of Systems and Software*, 154, 125-138. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.04.058>.
- Gordon, M., Jamshidi, D., Mahlke, S., Mao, Z., & Chen, X. (2012). COMET: code offload by migrating execution transparently, *Proceedings of the 10th USENIX Conference on Operating Systems Design and Implementation*, (pp. 93-106). <https://dl.acm.org/doi/10.5555/2387880.2387890>.
- Han, J. (2011). *Data Mining: Concepts and Techniques* (3th Ed.). Morgan Kaufmann Publishers Inc..
- Intharawijitr, K., Iida, K., & Koga, H. (2016). Analysis of Fog Model considering Computing and Communication Latency in 5G Cellular Networks, *IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (Workshops Percom)*, (pp. 1-4). <https://doi.org/10.1109/PERCOMW.2016.7457059>.
- La, H. J., Kim, S. D. (2010). A conceptual framework for provisioning context-aware mobile cloud services, in *Cloud Computing (CLOUD, IEEE 3rd International Conference on. IEEE*, (pp. 466-473). <https://doi.org/10.1109/CLOUD.2010.78>.
- Lawanyashri, M., Balusamy, B., & Subha, S. (2017). Energy-Aware fruitfly hybrid optimization for load balancing in cloud environments is EHR applications, *Informatics Med. Unlocked*, 8, 42-50. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2017.02.005>.
- Li, Q., Novak, E., Yi, S., & Hao, Z. (2017). Challenges and Software Architecture for Fog Computing, in *IEEE Internet Computing*, 21(2), 44-53. <https://doi.org/10.1109/MIC.2017.26>.
- Li, T., Liu, Y., Gao, A. L. & Liu, A. (2017). A for Cooperative - based Smart Sensing Tasks in Fog-Computing in *IEEE, Access*, vol. 5, pp. 21296-21311, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2756826>.
- Mahmud, M. R., Afrin, M., Razzaque, M. A., Hassan, M. M., Alelaiwi, A., & Alrubaian, M. (2016). Maximizing Quality of Experience through Context-Aware Mobile Application Scheduling in Cloudlet Infrastructure. *Software: Practice and Experience* 46 (11), 1525-1545. <https://doi.org/10.1002/spe.2392>.

- Mertler, C., & Reinhart, V. (2016). *Advanced and Multivariate Statistical Methods* (6th Editio). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315266978>.
- Miettinen, K. (1998). *Nonlinear Multiobjective Optimization* (1998th Edition). Springer editors.
- Musumba, G.W., & Nyongesa, H. O. (2013). Context awareness in mobile computing: a review. *International Journal of Machine Learning and Applications* 2(1): 1-5. <https://doi.org/10.4102/ijmla.v2i1.5>.
- OpenFog. (2017). OpenFog Reference Architecture for Fog Computing, OpenFog Consortium Architecture Working Group, Available at: https://www.iiconsortium.org/pdf/OpenFog_Reference_Architecture_2_09_17.pdf. (Accessed 9 march 2021).
- Oueis, J., Strinati, E. C., & Barbarossa, S. (2015). The Fog Balancing: Load Cell Distribution for Small Cloud Computing, *IEEE 81st Vehicular Technology Conference (VTC Spring)*, Glasgow, 2015, (pp. 1-6). <https://doi.org/10.1109/VTCSpring.2015.7146129>.
- Qiu, M., Chen, Z., Yang, L. T., Qin, X., & Wang, B. (2012). Towards Power-Efficient Smartphones by Energy-Aware Dynamic Task Scheduling. In *2012 IEEE 14th International Conference on High Performance Computing and Communication & 2012 IEEE 9th International Conference on Embedded Software and Systems* (pp. 1466–1472). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HPCC.2012.214>.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. (2002). *Experimental Design and Data Analysis for Biologists*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511806384>.
- Sheikhalishahi, M., Grandinetti, L., Guerriero, F., Wallace, RM, & Vazquez-Poletti, JL. (2015). Multi-dimensional job scheduling, *Future Generation Computer Systems*, 54, 123-131. <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.03.014>.
- Shinde, S.K., & Gawali, M. B. (2018). Task scheduling and resource allocation in the cloud using heuristic approach. *Jornal Cloud Computing*, 7(1), <https://doi.org/10.1186/s13677-018-0105-8>.
- Shojafar, M., Javanmardi, S., Abolfazli, S. (2015). FUGE: The joint meta-heuristic approach to cloud job scheduling algorithm using fuzzy theory and the genetic method. *Cluster Computing*, 18, 829-844. <https://doi.org/10.1007/s10586-014-0420-x>.
- Skarlat, O., Nardelli, M., Schulte, S., & Dustdar, S., (2017). Towards QoS-aware Service Placement Fog, in: *Procedure of the First IEEE International Conference on Fog and Edge Computing, ICFEC '17, IEEE*, <https://doi.org/10.1109/ICFEC.2017.12>.
- Sousa, A. (2017). *Adaptação dinâmica e sensível ao contexto de interfaces móveis em ambiente ubíquo*. (Ph.D Thesis, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro). Retrieved from <https://catalogo.biblioteca.utad.pt/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=72842>.

- Stavrinides, G. L., & Karatza, H. D. (2019). A hybrid approach to real-time scheduling IoT workflows in fog and cloud environments. *Multimedia Tools and Applications* 78, 24639-24655. <https://doi.org/10.1007/s11042-018-7051-9>.
- Swaroop, P. (2019). Cost Based Job Scheduling In Fog Computing, (PhD thesis, DTU, India), Available at: <http://dspace.dtu.ac.in:8080/jspui/handle/repository/16722>.
- Tiworthy, M., Sahoo, B., Yang, D., & Puthal, K. S. (2018). Response time for optimization cloudlets in Mobile Computing Edge Journal of Parallel Distributed Computing, Vol. 119, pp. 81-91, <https://doi.org/10.1016/j.jpdc.2018.04.004>.
- Yang Y., Zhao S., Zhang W., Chen Y., Luo X. and Wang J. (2018). DEBTS: Delay Balanced Energy Task Scheduling in Homogeneous Fog Networks. *IEEE Internet of Things Journal*, 5(3), 2094-2106. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2823000>.
- Zhou, B., Dastjerdi, A. V., Calheiros, R. N., Srirama, S. N., & Buyya, R. (2017). Mcloud: The Context-Aware Offloading Framework for Heterogeneous Mobile Cloud. *IEEE Transactions on Services Computing*, 10(5), 797-810. <https://doi.org/10.1109/TSC.2015.2511002>.
- Zhou, X., Sun, M., Wang, Y., & Wu, X., (2015). The New QoE-driven Video Cache Allocation Scheme for Mobile Cloud Server. In: *Procedure of the 11th Conference on International Heterogeneous Networking for Quality, Reliability, Security and Robustness, QSHINE 15*, IEEE, pp. 122-126.
- Zhu, C., Li, X., Leung, V., Hu, X., & Yang, T.L. (2015). Towards Integration of Wireless Sensor Networks and Cloud Computing, *IEEE 7th International Conference on Cloud Computing Technology and Science (CloudCom)*, IEEE, Singapore, (pp. 62-69). <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2015.27>.

Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – TARDA – Versão 2.0

Ozonias de Oliveira Brito Junior¹, Yuska Paola Costa Aguiar²,
Hermano Perrelli de Moura¹

oobj@cin.ufpe.br; yuska@dcx.ufpb.br; hermano@cin.ufpe.br

¹ Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, 50740-560, Recife – PE, Brasil

² Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal da Paraíba, 58297-000, Rio Tinto – PB, Brasil

DOI: 10.17013/risti.42.120-135

Resumo: Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs) são projetados para implantar pedagogias baseadas no uso da tecnologia e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, a diversidade de abordagens para avaliação de RDAs é uma barreira para o processo de avaliação. Diante disso, a Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem (TARDA – Versão 2.0) é proposta a partir de 26 abordagens descritas na literatura nacional e internacional. Esta contempla dimensões de qualidade de *software*, de uso e pedagógica. A fim de verificar a adequação da referida taxonomia junto aos potenciais avaliadores de RDAs, 32 especialistas da área de qualidade de *Software* e 45 da área de qualidade de uso responderam a dois questionários elaborados no escopo desta pesquisa. Além disso, também foram realizadas 7 entrevistas com 21 educadores. Como resultado, tem-se a TARDA – V2 composta por 4 dimensões, 17 categorias e 49 critérios para a avaliação de RDAs.

Palavras-chave: Recursos Digitais de Aprendizagem; Taxonomia para a avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem; Avaliação de Sistemas e Tecnologias da Informação e Comunicação.

Taxonomy for the Assessment of Digital Learning Resources – TADLR – Version 2.0

Abstract: Digital Learning Resources (DLRs) are designed to implement pedagogies based on the use of technology and contribute to the teaching and learning process. However, the diversity of approaches for the assessment of DLRs is a barrier to the evaluation process. Therefore, the Taxonomy for the Assessment of Digital Learning Resources (TADLR – Version 2.0) is proposed from 26 approaches described in national and international literature. This includes dimensions of software quality, quality of use and pedagogical quality. In order to verify the adequacy of the referred taxonomy with the potential evaluators of DLRs, 32 experts in the area of Software quality and 45 in the area of quality of use answered two questionnaires elaborated in the scope of this research. In addition, 7 interviews were also carried out with 21 educators. As a result, TADLR – V2 has 4 dimensions, 17 categories and 49 criteria for assessing RDAs.

Keywords: Digital Learning Resources; Taxonomy for the assessment of Digital Learning Resources; Assessment of Information and Communication Systems and Technologies.

1. Introdução

Com o grande avanço tecnológico e a popularização da internet, Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs) dão oportunidade a uma nova forma de ensino e aprendizagem (Gourlart et al., 2019). Segundo Cascini & Campos (2015), recursos educacionais digitais expandem o potencial e a eficácia do processo de ensino e aprendizagem tradicional, uma vez que a utilização correta desses recursos propicia o aprendizado lúdico do estudante, melhora a interpretação do conteúdo teórico a partir de sua aplicação prática, exercita a resolução de problemas em tempo ágil, possibilita que os discentes aprendam com seus erros, reduz a passividade dos educandos e, conseqüentemente, enriquece a prática pedagógica com a utilização de recursos multimídia.

O interesse da comunidade científica pelo desenvolvimento, pela avaliação e pelo uso de Recursos Digitais de Aprendizagem (RDAs) fica evidente diante das publicações em torno do tema (de França et al., 2014). Para Sales & Boscarioli (2020) as tecnologias digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano das pessoas em todo o mundo, e são utilizadas em diferentes contextos e com diferentes finalidades, além de promover os processos de ensino e aprendizagem entre os estudantes. De acordo com Neves et al. (2021) a popularização, no contexto educacional, do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação como recurso pedagógico, tem motivado a realização de pesquisa e produção de trabalhos com tal temática, sugerindo sua utilização como positiva e facilitadora no processo de ensino e aprendizagem, bem como discutindo suas limitações e possibilidades.

No entanto, a adoção de um RDA requer cuidados, pois vários fatores podem interferir nos objetivos pretendidos para seu uso – o aprendizado, por exemplo: inadequação do RDA ao contexto educacional ou ao conteúdo abordado (Lin & Oliveira, 2018), problemas de usabilidade (Silva et al., 2015), má estruturação e/ou representação didático-pedagógica (Goncalves et al., 2016), problemas de funcionamento (*bugs*) (de França et al., 2014), e falta de fundamentação pedagógica e didática adequadas ao perfil dos aprendizes (Nunes et al., 2018).

Neste contexto, vale destacar que para alcançar os benefícios supracitados, faz-se necessário que os recursos digitais de aprendizagem (i) estejam adequados pedagogicamente, (ii) tenham qualidade de acordo com os preceitos da Engenharia de *Software* e (iii) que seu projeto tenha sido direcionado às características, necessidades e habilidades de seus usuários finais, tal como recomenda a Engenharia da Usabilidade (Junior, Aguiar & de Moura, 2020).

A incidência de inadequações, em qualquer uma destas dimensões, pode comprometer o uso do recurso educacional e, conseqüentemente, o seu propósito principal, potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Portanto, a adoção destes recursos deve ser precedida por uma avaliação, para que a sua qualidade seja verificada considerando as três dimensões envolvidas no uso de RDA no contexto educacional de ensino e

aprendizagem – considerando, ainda, a sua adequação em relação ao contexto no qual se pretende aplicá-lo (de França et al., 2014).

Nessa perspectiva, a literatura nacional e internacional apresenta uma gama de abordagens (métodos, técnicas, instrumentos, metodologias e modelos) para avaliação da qualidade de RDAs. No entanto, a diversidade de abordagens existentes implica em, como destacado por Pereira et al. (2016): (i) ausência de consenso ou completude de critérios; (ii) subjetividade e nível de abstração dos critérios, que levam ao fato; (iii) de os resultados serem fortemente vinculados ao avaliador; (iv) as dimensões de qualidade pedagógica, de usabilidade e de *software*, não são contempladas na mesma proporção.

Neste sentido, como primeira tentativa de organização das abordagens existentes para a avaliação de RDAs foi proposta uma versão inicial da taxonomia considerando o corpo de publicação nacional. No entanto, o resultado parcial desta versão indicou a necessidade de 1) ampliar a análise para contemplar a literatura internacional sobre abordagens para avaliação de RDAs e 2) a importância de ampliar a análise da adequação pelos especialistas da tríade de qualidade.

Diante disso, o objetivo deste artigo é apresentar a evolução de uma proposição (taxonomia versão 1.0) anterior (Junior & Aguiar, 2018) desenvolvida para contemplar os critérios de avaliação propostos na literatura internacional, assim como a ampliação do processo de análise de sua adequação junto aos especialistas em Engenharia de *Software* e de Usabilidade, assim como Educadores.

Como resultado, tem-se a Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – V2 (TARDA – Versão 2.0), que foi concebida a partir da combinação de um conjunto de 26 abordagens (12 internacionais), previamente identificadas em Revisão Sistemática da Literatura. Com objetivo de diminuir a curva de aprendizagem necessária para a avaliação de RDA, TARDA – V2 se apoia nas nomenclaturas e conceitos amplamente utilizados na Engenharia de *Software*, na Engenharia de Usabilidade e na Pedagogia a partir de modelos de qualidade, normas, dicionários e heurísticas adotadas nessas áreas de conhecimento (Júnior, Aguiar & Tavares, 2016).

Como resultado, TARDA – V2 tem 4 Dimensões, que são compostas por 17 Categorias, que agrupam 49 Critérios de Avaliação, associados à respectiva Descrição. Para análise de sua adequação, dois *surveys on-line* foram respondidos por 32 Engenheiros de *Software* e 45 especialistas em Usabilidade; assim como 21 Educadores participaram de entrevistas semiestruturadas.

2. Metodologia da Pesquisa

Bayona-Oré et al. (2014) propõem 4 etapas para concepção de taxonomias, que foram instanciadas para a Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – V2 (TARDA – Versão 2.0) em dois ciclos. As etapas são: Etapa 1 Planejamento: identificação do objetivo da taxonomia, sua importância, o escopo e as atividades a serem executadas para sua elaboração; Etapa 2 Identificação e extração de informações: busca de artigos em fontes científicas (conferências, simpósios, *journals*) e caracterização das abordagens selecionadas (critérios contemplados, instrumentos para coleta de dados, dimensões e categorias); Etapa 3 Projeto e construção da taxonomia: cujos critérios foram

mapeados de acordo com os modelos, normas, dicionários e heurísticas amplamente difundidos na Engenharia de *Software*, na Engenharia de Usabilidade e na Pedagogia, e Etapa 4 Teste e Validação: consulta aos especialistas nas dimensões de qualidade para a obtenção de *feedbacks* sobre consistência, integridade e ambiguidade da taxonomia.

O primeiro ciclo executado contemplou a literatura nacional para extração das informações sobre critérios de avaliação de RDAs e propondo a versão 1.0 da taxonomia (Junior & Aguiar, 2018) e sondagem inicial de sua adequação para duas das 4 dimensões existentes. O segundo ciclo, escopo deste artigo, ampliou a base de consulta para a literatura internacional a partir de um processo de *snowball* (Wohlin, 2014) e uma Revisão Sistemática da Literatura (Cresswell, 2013), assim como aprofundou a validação da taxonomia. Este ciclo foi conduzido por 3 pesquisadores da área de Ciência da Computação (2 professores doutores e 1 doutorando) que atuam nas áreas de Interação Humano-Computador, Qualidade de *Software* e de Uso (Usabilidade), experientes na avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem.

Como resultado, 26 novas abordagens foram acrescentadas na análise para o refinamento da taxonomia. O total de 724 critérios (incluindo ambos os ciclos) foram extraídos da totalidade de 26 abordagens analisadas a partir do *corpus* geral de 172 publicações nacionais e internacionais. O refinamento resultou na inclusão da dimensão de Qualidade Híbrida (QH), cujos critérios pertencem a mais de uma das dimensões já existentes na versão 1.0 da taxonomia (Qualidade de *Software*: QS, Qualidade de Uso: QU e Qualidade Pedagógica: QP). Para análise da taxonomia refinada, buscou-se a opinião de especialistas (potenciais avaliadores de RDAs) sobre a adequação da TARDA – V2. Para tanto, duas estratégias foram adotadas: aplicação de questionários *on-line* e entrevistas semiestruturadas.

Os questionários *on-line* foram utilizados para avaliação das dimensões de Qualidade de *Software*, de Uso e Híbrida (para os critérios que unem as duas dimensões citadas). A estrutura dos questionários foi de 3 seções: (i) termo de consentimento; (ii) perfil do respondente; e, (iii) avaliação da adequação da taxonomia com a apresentação do critério/descrição. Para cada critério da taxonomia o respondente deveria indicar concordância ou discordância, sendo possível, para o segundo caso, indicar sugestões de mudanças. Participaram 32 Engenheiros de *Software* e 45 especialistas em Usabilidade.

As entrevistas semiestruturadas foram adotadas para a dimensão de Qualidade Pedagógica, com a participação de especialistas em educação através de reuniões virtuais. Esta estratégia foi adotada considerando a riqueza de informações que podem ser discutidas e coletadas – essencial para compreensão de conceitos e respectivas descrições – como uma forma de balancear com o fato de a proposição da taxonomia ter sido conduzida por especialistas que não dominam a dimensão pedagógica. Para a versão 1.0 da TARDA foram realizadas 3 reuniões de 90 minutos (20/06, 04/07, 06/07 de 2020), com a participação de 4 educadores (1 especialista, 1 doutorando, 2 doutores). No entanto, essa validação foi observada como uma limitação que poderia prejudicar o equilíbrio na avaliação.

Diante disso, como expansão deste trabalho de pesquisa e para garantir o equilíbrio na avaliação, foram realizadas novas entrevistas semiestruturadas que colaboraram para o aprimoramento da taxonomia, resultando assim na TARDA - Versão 2.0. Para essa

versão foram realizadas 4 reuniões de 90 minutos (28/11, 05/12, 12/12 e 19/12 de 2020), com a participação de 17 educadores (12 especialistas, 3 doutorandos, 2 doutores). Os objetivos das reuniões foram: (i) análise das nomenclaturas das categorias e disposição delas na taxonomia (primeira reunião), (ii) análise das nomenclaturas dos critérios e sua alocação dentro de cada categoria (segunda reunião), e (iii) análise da descrição de cada critério (terceira e quarta reuniões). Essa segunda rodada de entrevistas com os educadores também teve como objetivo definir cada uma das dimensões que compõem a dimensão de Qualidade Pedagógica.

3. Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem (TARDA – V2)

Para a concepção da Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – Versão 2.0, foram consideradas as nomenclaturas e definições amplamente utilizadas na Engenharia de *Software*. Para os critérios da classe de qualidade de *software*, tomou-se como base a terminologia da norma ISO/IEC 9126-1 (2001) e do *Swebok Guide* (2003), enquanto que para os critérios de qualidade de uso (usabilidade), considerou-se o vocabulário da norma ISO/IEC 9241-1 (2003) e das heurísticas definidas por Nielsen (1994), Shneiderman & Plaisant (2004) e Bastien & Scapin (1993). Fez-se necessário eliminar as duplicidades existentes entre os modelos para favorecer o uso homogêneo de termos e de suas respectivas definições. TARDA – V2 está organizada em 4 Dimensões, que são compostas por 17 Categorias, que agrupam 49 Critérios de Avaliação, associados à respectiva Descrição.

A partir da **Figura 1** é possível identificar as 3 categorias e os 17 critérios de avaliação definidos em TARDA – V2 para a qualidade de *Software*. Cada critério da taxonomia tem destaque em **negrito**, é seguido da descrição adotada e tem seu identificador entre parênteses. Quatro critérios (Acurácia, Conformidade Funcional, Tolerância a Falhas e Maturidade) não possuem correspondentes nas abordagens para avaliação de RDAs, mas foram mantidos diante da importância destes para a qualidade de qualquer tipo de *software*, independentemente de ser ou não um Recurso Digital de Aprendizagem.

Concepção do Software	Evolução do Software	Segurança do Sistema
Adequação: Capacidade de prover um conjunto apropriado de funções para tarefas e objetivos dos usuários especificados. (C01) Acurácia: Capacidade de prover, com o grau de precisão necessário, resultados ou efeitos corretos ou conforme acordados. (C02) Conformidade Funcional: Capacidade de estar de acordo com normas, convenções ou regulamentações previstas em leis e prescrições similares relacionadas à funcionalidade. (C03) Uso de Recursos: Capacidade de usar tipos e quantidades de recursos (tecnologias, <i>frameworks</i>, bibliotecas) dentro dos limites acordados para o <i>software</i> executar suas funções sob condições estabelecidas. (C04) Conformidade Portátil: Capacidade de estar de acordo com normas ou convenções relacionadas à portabilidade. (C05) Interoperabilidade: Capacidade de interagir com um ou mais sistemas especificados. (C06)	Estabilidade: Capacidade de evitar efeitos inesperados decorrentes de modificações no <i>software</i>. (C07) Analisabilidade: Capacidade de permitir o diagnóstico de deficiências ou causas de falhas no <i>software</i>, ou a identificação de partes a serem modificadas. (C08) Modificabilidade: Capacidade de permitir que uma modificação especificada seja implementada. (C09) Substituibilidade: Capacidade de ser substituído por outro produto de <i>software</i> especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente. (C10) Instalabilidade: Capacidade para ser instalado em um ambiente especificado. (C11) Testabilidade: Capacidade de se testar o sistema modificado, tanto quanto as novas funcionalidades quanto às não afetadas diretamente pela modificação. (C12) Maturidade: Capacidade de evitar defeitos decorrentes de falhas no <i>software</i>. (C13)	Inteligibilidade: Capacidade de possibilitar ao usuário compreender se o <i>software</i> é apropriado e como ele pode ser usado para tarefas e condições de uso específicas. (C14) Aprensibilidade: Capacidade do produto de <i>software</i> possibilitar ao usuário entender como ele funciona e/ou aprender a usá-lo. (C15) Tolerância à Falhas: Capacidade de mitigar falhas e manter um nível de desempenho especificado em casos de defeitos no <i>software</i> ou em violação de sua interface especificada. (C16) Segurança de Acesso: Capacidade de proteger informações e dados, de forma que pessoas ou sistemas não autorizados não possam lê-los nem modificá-los e que não seja negado o acesso às pessoas ou sistemas autorizados. (C17)

Figura 1 – Dimensão de Qualidade de *Software* da TARDA – V2

A partir da **Figura 2** é possível identificar as 4 categorias e os 10 critérios de avaliação definidos em TARDA – V2 para a qualidade de Uso (Usabilidade). Todos os critérios desta dimensão foram mapeados em pelo menos uma das 26 abordagens analisadas, destacando-se o critério Flexibilidade e Eficiência de Uso como sendo o mais citado nas abordagens (21) e os critérios Prevenção de Erros e Suporte para reconhecer, diagnosticar e recuperar erros (4) como os menos citados.

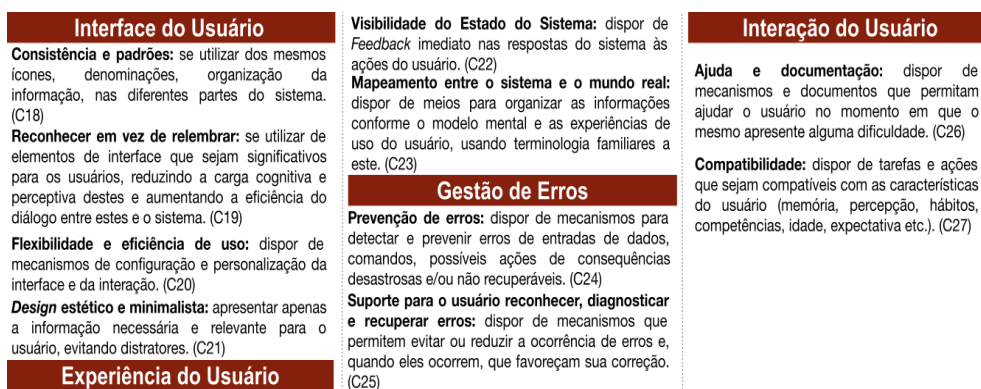


Figura 2 – Dimensão de Qualidade de Uso da TARDA – V2

Os critérios *Tolerância a Falhas* (Figura 1) e *Prevenção de Erros* (Figura 2), embora pareçam semelhantes, distinguem-se por descrição. O primeiro se refere ao sistema se manter em uso, mesmo em caso de falhas ou defeitos, enquanto o segundo consiste na disposição de mecanismos que sejam capazes de detectar e prevenir erros causados a partir das ações dos usuários.

O critério *Adaptabilidade* (Figuras 1 e 2) diz respeito à possibilidade de mudança de ambiente onde o sistema opera (Figura 1), mas também sobre como o sistema se adapta para corresponder às necessidades e características de seus usuários (Figura 2). Considerando que as dimensões da taxonomia se destinam a especialistas de áreas distintas de formação, pode-se compreender que não há sobreposição de critérios/definições neste caso.

De acordo com a **Figura 3**, é possível analisar que a dimensão de Qualidade Pedagógica é composta por 6 categorias e 15 critérios. Todos os critérios dessa dimensão foram contemplados nas 26 abordagens analisadas, destacando-se o critério Adequação do RDA ao usuário e ao currículo como sendo o mais citado nas abordagens (16) e os critérios Registro de Desempenho do Estudante e Indicação dos Conhecimentos Prévios (3) como os menos citados.

Por fim, a **Figura 4** apresenta a dimensão de Qualidade Híbrida que é composta por 4 categorias e 7 critérios. Essa categoria foi elaborada para contemplar os critérios que apresentam uma descrição ampla podendo ser utilizado para avaliar dimensões de qualidade dupla. As duas categorias presentes na primeira coluna compõem a Qualidade

Híbrida das dimensões de Qualidade de *Software* + Qualidade de Uso (3 critérios); as outras duas categorias presentes na segunda coluna compõem a Qualidade Híbrida das dimensões de Qualidade de *Software* + Qualidade de Uso (1 critério) e Qualidade de Uso + Qualidade Pedagógica (3 critérios).

Conhecimentos Prévios Indicação dos conhecimentos prévios: relacionado aos pré-requisitos necessários à compreensão do conteúdo trabalhado no RDA indicados no guia de apoio pedagógico do professor. (C28) Retrabalho com os conhecimentos prévios: relacionado à perspectiva recursiva, onde o RDA parte dos conhecimentos prévios disponíveis possibilitando que o usuário construa e reconstrua seus próprios conceitos. (C29)	Conteúdo Pedagógico Nível de complexidade dos conteúdos nas atividades: relacionado às atividades que estimulam o interesse, a ativação do conhecimento prévio e a utilização desse na elaboração de novos conhecimentos. (C32) Abordagem específica e ou interdisciplinar: relacionado à abordagem do conteúdo disciplinar e ou interdisciplinar. (C33) Trabalho em grupo e ou individual: relacionado às possibilidades de trabalho em grupo e ou individual na execução do RDA. (C34)	Clareza Epistemológica Explicitação da concepção pedagógica: relacionado à concepção didático-pedagógica utilizada no desenvolvimento do RDA. (C38) Coerência pedagógica em relação à base teórico-conceitual: relacionado à teoria pedagógica utilizada no RDA, considerando a correlação entre a teoria e a prática pedagógicas. (C39)
Fundamentos e Objetivos Pedagógicos Guia de apoio pedagógico ao professor: relacionado à presença de informações pedagógicas para que o professor amplie as possibilidades de utilização do RDA. (C30) Identificação dos objetivos pedagógicos: relacionado à especificação dos conhecimentos a serem elaborados pelo usuário na utilização do RDA. (C31)	Pertinência do Conteúdo Adequação do RDA ao conteúdo trabalhado: relacionado à adequação do trabalho didático-pedagógico com o conteúdo do RDA. (C35) Análise do conteúdo: relacionado à correção do conteúdo, sua organização lógica, representação e ausência de erros conceituais. (C36) Adequação do RDA ao usuário e ao currículo: relacionado à complexidade do conteúdo e sua adequação ao nível do usuário em comparação ao currículo escolar. (C37)	Elaboração do Conhecimento Feedback encorajador mediante respostas inadequadas: relacionado ao retorno positivo dado pelo RDA ao usuário, incentivando-o nas atividades sem prejudicar a elaboração do conhecimento. (C40) Reflexão acerca de erros e acertos: relacionado à reflexão do usuário sobre o conteúdo trabalhado, permitindo retorno às atividades e a outras formas de resolução. (C41) Registro de desempenho do usuário: relacionado às respostas das atividades realizadas pelo usuário no RDA. (C42)

Figura 3 – Dimensão de Qualidade Pedagógica da TARDA – V2

Qualidade de Software e Qualidade de Uso - Segurança do Sistema & Experiência do Usuário Liberdade e Controle ao Usuário: capacidade de dispor de mecanismos que permitam aos usuários agir sob o sistema para interromper, cancelar, suspender e continuar as ações do sistema. (C43) Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros: capacidade de dispor de mecanismos que permitam evitar ou reduzir a ocorrência de erros e, quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção. (C44)	Qualidade de Software e Qualidade de Uso - Concepção do Software & Experiência do Usuário Estado do Sistema: capacidade de fornecer tempos de resposta, de processamento e de taxas de transferência apropriados, ao executar suas funções nas condições estabelecidas, ou seja, dispor de <i>Feedback</i> imediato nas respostas do sistema às ações do usuário. (C46)	Desafios Pedagógicos: Desafios pedagógicos para manter o nível de interesse: relativo à presença de desafios capazes de provocar desequilíbrios cognitivos no aluno e de manter seu nível de interesse. (C48) Estímulo a participação do usuário: Interação com o usuário que estimule à participação e auxilie na superação de conflitos cognitivos: relativo a estimular a participação do usuário no prosseguimento do Recurso Digital de Aprendizagem, ajudando-o a superar conflitos cognitivos. (C49)
Evolução do Software & Experiência do Usuário Adaptabilidade: capacidade de ser adaptado para diferentes ambientes especificados, sem necessidade de aplicar outras ações ou meios além dos fornecidos para tal finalidade e dispor de meios para que o sistema respeite o nível de flexibilidade e de experiência do usuário. (C45)	Qualidade de Uso e Qualidade Pedagógica - Interação do Usuário & Elaboração do Conhecimento Atratividade: Dispor de mecanismos para despertar o interesse de uso, capacidade de despertar no usuário um interesse intrínseco pelo conteúdo em si e não por premiações ou por outras formas de manipulação de comportamento. (C47)	

Figura 4 – Dimensão de Qualidade Híbrida da TARDA – V2

4. Análise da Adequação da TARDA – V2 por Especialistas em Qualidade de *Software*, Qualidade de Uso e Qualidade Pedagógica

Foram obtidas 32 respostas para a dimensão de Qualidade de *Software* e 45 para a dimensão de Qualidade de Uso (Usabilidade), e seus respectivos critérios híbridos.

Para Qualidade Pedagógica, e respectivos critérios híbridos, foram entrevistados 4 especialistas em educação e pedagogia para a TARDA Versão 1.0 e 17 especialistas para a TARDA Versão 2.0, foco deste trabalho.

4.1. Análise de 32 Especialistas em Qualidade de Software

Dos respondentes especialistas em Engenharia de Software, 60,0% possuíam doutorado completo, 25,7% doutorado incompleto, 5,7% mestrado completo e 8,6% mestrado incompleto. Destes, 56,2% se dedicam à atividade de ensino lecionando disciplinas de Engenharia de Software, da Computação, de Requisitos, Qualidade de Software, Jogos Educativos, Informática na Educação e Avaliação de Software, 21,8% atuam no mercado de trabalho como engenheiro ou analista de software, 12,5% são desenvolvedores de software. Os 9,3% restantes são pós-graduandos nos níveis de mestrado ou doutorado.

Quantitativo da concordância e discordância (Figura 5): Considerando uma taxa de pelo menos 25% de discordância entre os respondentes (4,8 discordâncias), 5 critérios foram mencionados como passíveis de melhoria em termos de sua nomenclatura e descrição: Tolerância a Falhas (5), Testabilidade (5), Substituibilidade (7), Recursos (7) e Maturidade (9).

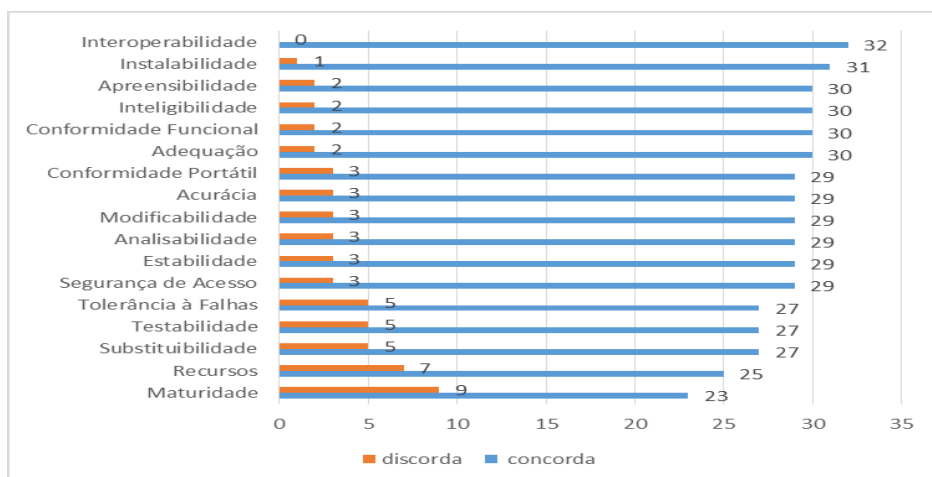


Figura 5 – Qualidade de Software: Quantitativo de concordância e discordância

Sugestões de melhoria e nova descrição dos critérios:

Tolerância a Falhas (5 sugestões): (i) “recuperar as falhas”, (ii) “capacidade de evitar falhas e manter um nível de desempenho especificado em casos de defeitos no software ou em violação de sua interface especificada”, (iii) “capacidade do sistema continuar operando mesmo em caso de falhas”, (iv) “capacidade de mitigar falhas e manter um nível de desempenho especificado em casos de defeitos no software ou de violação de sua interface especificada”, (v) “capacidade de recuperação e resiliência quando ocorrerem falhas”. **Nova descrição:** Capacidade de mitigar falhas e manter um nível

de desempenho especificado em casos de defeitos no *software* ou em violação de sua interface especificada.

Maturidade (5 sugestões): (i) “*estabilidade*”, (ii) “*resiliência*”, (iii) “*maturidade de prevenção a falhas*”, (iv) “*capacidade de evitar defeitos decorrentes de falhas no software*”, (v) “*condição adquirida por um software após vários ciclos de desenvolvimento*”. **Nova descrição:** Capacidade de evitar defeitos decorrentes de falhas no *software*.

Testabilidade (4 sugestões): (i) “*capacidade do software de ser testado*”, (ii) “*capacidade de se testar o sistema modificado, tanto quanto as novas funcionalidades quanto as não afetadas diretamente pela modificação*”, (iii) “*capacidade de permitir que o software, quando desenvolvido ou modificado, seja validado*”, (iv) “*capacidade de permitir que o software, quando modificado, seja verificado e validado*”. **Nova descrição:** Capacidade de se testar o sistema modificado, tanto quanto as novas funcionalidades quanto as não afetadas diretamente pela modificação.

Substituibilidade (4 sugestões): (i) “*adaptabilidade*”, (ii) “*capacidade de ser abrangente o suficiente para substituir outro produto de software especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente*”, (iii) “*capacidade de ser substituído por outro produto de software especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente*”, (iv) “*capacidade de adaptação perante as mudanças*”. **Nova descrição:** Capacidade de ser substituído por outro produto de *software* especificado, com o mesmo propósito e no mesmo ambiente.

Recursos (4 sugestões): (i) “*uso de recursos*”, (ii) “*funcionalidades*”, (iii) “*capacidade de usar tipos e quantidades de recursos dentro dos limites acordados para o software executar suas funções sob condições estabelecidas*”, (iv) “*tecnologias, frameworks, bibliotecas, todo o suporte para o bom funcionamento do software em questão*”. **Nova nomenclatura e descrição:** Uso de Recursos - Capacidade de usar tipos e quantidades de recursos (tecnologias, frameworks, bibliotecas) dentro dos limites acordados para o *software* executar suas funções sob condições estabelecidas.

Mesmo para os critérios com taxa de discordância abaixo de 15%, alguns comentários foram realizados, para: **Adequação:** (i) “*adequação dentro de um contexto*”, (ii) “*capacidade de prover um conjunto apropriado de funções específicas para tarefas e objetivos de determinados usuários*”; **Conformidade Portátil:** (i) “*portabilidade*”; **Acurácia:** “*capacidade de prover, com o grau de precisão necessário, resultados e efeitos corretos, ou, em conformidade a acordos pré-estabelecidos*”; **Modificabilidade:** (i) “*manutenibilidade*”; **Analisabilidade:** “*capacidade de permitir o diagnóstico de deficiências ou causas de falhas no software*”; **Estabilidade:** (i) “*continuidade*”, (ii) “*capacidade contínua de prover serviço mediante eventuais eventos*”, (iii) “*capacidade de respeitar os requisitos projetados*”; **Segurança de Acesso:** (i) “*segurança de dados e acessos*”, (ii) “*capacidade de proteger informações e dados, de forma que pessoas ou sistemas não autorizados não possam lê-los, nem modificá-los e que não seja negado o acesso às pessoas ou sistemas autorizados*”. No entanto, devido à baixa taxa de discordância, esses critérios não sofreram modificações nas suas nomenclaturas e nem descrições.

4.2. Análise de 45 Especialistas em Qualidade de Uso (Usabilidade)

Dentre os respondentes especialistas em Engenharia de Usabilidade, 42,6% são doutores, 24,1% possuíam doutorado incompleto, 18,5% são mestres, 9,3% possuíam mestrado incompleto e 5,6% são graduados em Ciência da Computação e áreas afins. Estes atuam como professores de nível superior (38,7%) nas disciplinas de Usabilidade, Interação Humano-Computador, Qualidade de Uso e *Softwares* Educativos, especialistas em tecnologias educacionais (37,5%), em *User eXperience* (UX) e Interação Humano-Computador (IHC) (9,8%), em desenvolvedores de *software* (8,8%) e estudantes de pós-graduação (5,2%).

Quantitativo da concordância e discordância (Figura 6): Considerando uma taxa de pelo menos 6,5% de discordância entre os respondentes (2,92 discordâncias), 7 critérios foram mencionados como passíveis de melhoria em termos de sua descrição: Compatibilidade (3), Prevenção de erros (3), Design estético e minimalista (3), Visibilidade do estado do sistema (3), Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros (4), Flexibilidade e eficiência de uso (4) e Mapeamento entre o sistema e o mundo real (4).

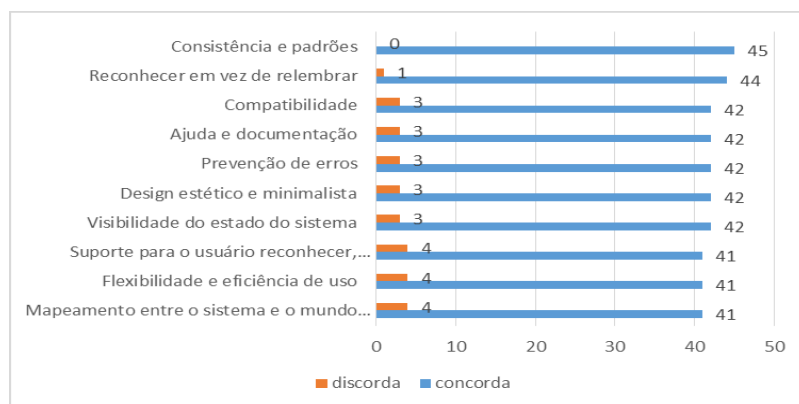


Figura 6 – Qualidade de Uso: Quantitativo de concordância e discordância

Sugestões de melhoria e nova descrição dos critérios:

Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros (3 sugestões): (i) “*validação*”, (ii) “*recuperação de erros*”, (iii) “*dispor de mecanismos que permitem identificar erros e, quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção*”. **Nova descrição:** Dispor de mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e, quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção. Flexibilidade e eficiência de uso (3 sugestões): (i) “*customização*”, (ii) “*dispor de mecanismos de configuração e personalização da interface e da interação*”, (iii) “*dispor de mecanismos de configuração e personalização da interface e da interação, e a utilização eficiente e eficaz relacionada à experiência do usuário*”. **Nova descrição:** Dispor de mecanismos de configuração e personalização da interface e da interação.

Compatibilidade (2 sugestões): (i) “*nivelamento cognitivo*”, (ii) “*compatibilidade com o usuário*”. Prevenção de erros (2 sugestões): (i) “*validação de erros*”, (ii) “*dispor de mecanismos para detectar e prevenir os erros de entradas de dados, comandos, possíveis ações de consequências não recuperáveis*”. **Nova descrição:** Dispor de mecanismos para detectar e prevenir os erros de entradas de dados, comandos, possíveis ações de consequências desastrosas e/ou não recuperáveis. *Design* estético e minimalista (2 sugestões): (i) “*design minimalista*”, (ii) “*design estético*”. Visibilidade do estado do sistema (2 sugestões): (i) “*rápido feedback*”, (ii) “*visibilidade do status*”.

Mapeamento entre o sistema e o mundo real (1 sugestão): (i) “*organização entre as interações humano-máquinas, conforme as experiências do usuário, usando terminologias familiares a este*”. Percebe-se um alto nível de concordância para esta dimensão da taxonomia; logo, a maioria dos critérios não sofreu modificações nas suas nomenclaturas e nem descrições, os critérios que sofreram estão destacados em **negrito** e sublinhado.

4.3. Análise de 21 Especialistas em Qualidade Pedagógica

A análise da dimensão de Qualidade Pedagógica foi realizada através de entrevistas semiestruturadas (reuniões virtuais) com a participação de 21 educadores (13 especialistas, 4 doutorandos, 4 doutores) que atuam como professores (14), pedagogos (2), orientadores (2) e supervisores escolares (3).

A primeira análise dos especialistas de QP para versão 1.0 da TARDA contou com a participação de 4 educadores que observaram as nomenclaturas das categorias e disposição delas na taxonomia, que resultou em algumas sugestões e modificações; estes destacaram que a categoria Recursos Motivacionais e Responsivos deveria ser renomeada para “*Elaboração do Conhecimento*” e a ordem das categorias na taxonomia deveria ser: *conhecimentos prévios* → *fundamentos e objetivos pedagógicos* → *conteúdo pedagógico* → *pertinência do conteúdo* → *clareza epistemológica* → *elaboração do conhecimento*.

Para a análise das nomenclaturas dos critérios os especialistas consideraram a relação critério/descrição e sua disposição nas categorias. Durante as discussões estes analisaram a concordância de cada critério e a coesão e coerência desses critérios em relação à categoria e descrição. Diante disso, eles indicaram várias mudanças nas nomenclaturas, as indicações de mudanças foram: Guia de apoio pedagógico → “*guia de apoio pedagógico ao professor*”; Identifica os objetivos pedagógicos presentes no mesmo → “*identificação dos objetivos pedagógicos*”; Possui diferentes graus de complexidade de conteúdo nas atividades → “*nível de complexidade dos conteúdos nas atividades*”; Apresenta uma abordagem interdisciplinar → “*abordagem específica e ou interdisciplinar*”; Favorece o trabalho em grupo, mas também pode ser utilizado individualmente → “*trabalho em grupo e ou individual*”; Adequação do RDA ao conteúdo → “*adequação do RDA ao conteúdo trabalhado*”; e, Correção do conteúdo → “*análise do conteúdo*”.

Sugestões de melhoria e nova descrição dos critérios:

A segunda análise dos especialistas de QP para versão 2.0 da TARDA contou com 17 educadores que observaram as descrições das categorias e dos critérios, além de algumas

pequenas alterações nas nomenclaturas dos critérios. As descrições das categorias foram: *conhecimentos prévios* - referente aos conhecimentos prévios necessários para o trabalho com o conteúdo proposto no RDA; *fundamentos e objetivos pedagógicos* - referente aos fundamentos da concepção de ensino e aprendizagem inter-relacionada aos objetivos do RDA; *conteúdo pedagógico* - referente à coerência entre a concepção de ensino e aprendizagem e os objetivos do RDA; *pertinência do conteúdo* - referente ao conteúdo educativo do RDA; *clareza epistemológica* - referente à base teórico-conceitual que permeia o desenvolvimento do RDA; e, *elaboração do conhecimento* - referente à interação autônoma do usuário no processo de elaboração do conhecimento.

Também foram indicadas algumas mudanças nas nomenclaturas. As indicações de mudanças foram: Explicitação da fundamentação pedagógica → “*explicitação da concepção pedagógica*”; Consistência pedagógica → “*coerência pedagógica em relação à base teórico-conceitual*”; Feedback encorajador e isento de carga negativa mediante respostas inadequadas → “*feedback encorajador mediante respostas inadequadas*”; Interpretação do usuário acerca de seus erros e acertos → “*reflexão sobre erros e acertos*”; Registro de desempenho do estudante → “*registro de desempenho do usuário*”.

As descrições dos critérios foram todas modificadas por eles, pois estes discordaram de todas as descrições (concordância, coesão e coerência), que foram apresentadas para os critérios desta dimensão; as discordâncias também versaram após as mudanças realizadas nas nomenclaturas dos critérios e a alocação destes dentro das categorias.

4.4. Análise para os critérios da Dimensão Híbrida

A dimensão de Qualidade Híbrida foi avaliada juntamente com os questionários que foram submetidos para os especialistas de QS e QU. Logo, o perfil dos respondentes para essa dimensão segue a distribuição anteriormente apresentada. Com relação à concordância e discordância dos especialistas em relação aos critérios desta dimensão a Figura 7 e 8 apresentam a distribuição dessas análises. Para os especialistas em QS em relação aos de QU a dimensão de QH teve um maior nível de concordância.

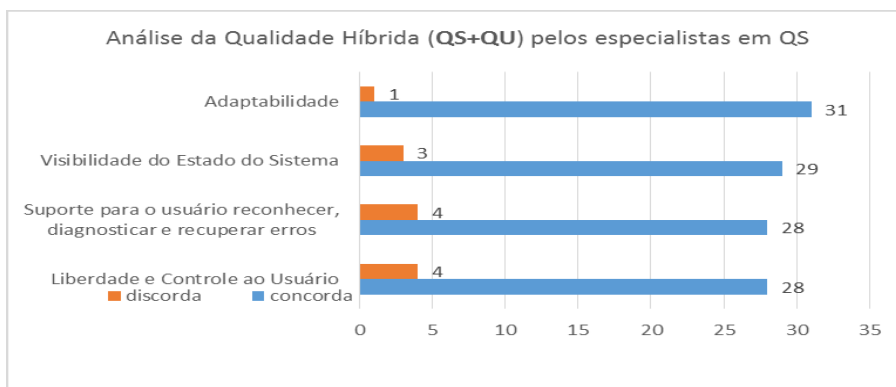


Figura 7 – Quantitativo de concordância e discordância com os critérios de Qualidade Híbrida da TARDA – V2 pelos especialistas em Qualidade de Software

Mesmo assim, algumas indicações de mudanças para nomenclaturas dos critérios foram sugeridas pelos respondentes de QS, a saber: Visibilidade do estado do sistema → *auditabilidade* ou *dependabilidade*; Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros → *suporte para reconhecer, diagnosticar e recuperar falhas*; e, Liberdade e controle ao usuário → *liberdade e controle* ou *configurabilidade*. Também foi indicada uma única sugestão de melhoria para a descrição do critério: Liberdade e controle ao usuário → “*capacidade de o usuário configurar o sistema conforme seu gosto de uso e necessidade*”.

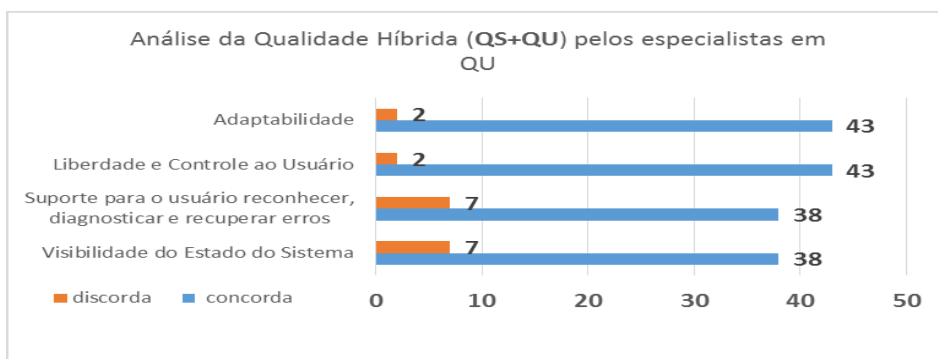


Figura 8 – Quantitativo de concordância e discordância com os critérios de Qualidade Híbrida da TARDA – V2 pelos especialistas em Qualidade de Uso

As indicações de mudanças para nomenclaturas dos critérios pelos especialistas em QU foram: Adaptabilidade → *acessibilidade*; Liberdade e controle ao usuário → *gerenciamento de tarefas*; Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros → *relatórios de erros ou feedback imediato*; e, Visibilidade do estado do sistema → *informação extra para o usuário ou relatório de sistema ou qualidade de serviço*. Também foram indicadas melhorias para a descrição dos seguintes critérios: Visibilidade do estado do sistema → “*dispor de Feedback imediato nas respostas do sistema às ações do usuário*”; Suporte para o usuário reconhecer, diagnosticar e recuperar erros → “*dispor de mecanismos que permitem identificar erros e, quando eles ocorrem, que favoreçam sua correção*”.

4.5. Representação Gráfica da Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem – Versão 2.0

Considerando as análises realizadas pelos especialistas nas 4 dimensões da TARDA - V2, algumas mudanças foram realizadas como já descrevemos nos resultados deste artigo. A Figura 9 destaca a representação gráfica da TARDA – V2 como um todo, com todas as suas 4 dimensões, 17 categorias e 49 critérios de avaliação.

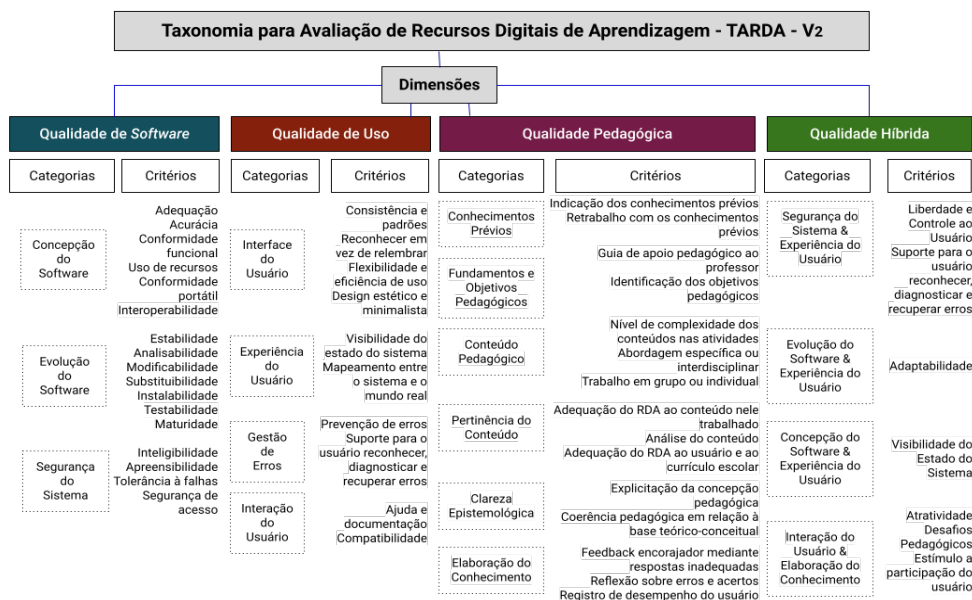


Figura 9 – Representação gráfica da TARDA – V2

5. Considerações finais

A concepção da TARDA – V2 se deu dentro de uma pesquisa realizada ao longo de 4 anos e considerou a análise de 724 critérios de avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem, extraídos de 26 abordagens disponíveis na literatura nacional e internacional. De forma a favorecer a homogeneidade sobre o conhecimento nesta área interdisciplinar, conceitos amplamente utilizados na Engenharia de *Software*, Engenharia de Usabilidade e na Perspectiva Pedagógica foram adotados para a proposição de TARDA – V2.

A fim de avaliar a taxonomia proposta, foram aplicados questionários com especialistas de Engenharia de *Software*, de Usabilidade e de Educação/ Pedagogia, a fim de identificar a concordância (ou discordância) destes diante das categorias, nomenclaturas e descrições. Foram obtidas 98 respostas válidas, 32 para o primeiro perfil, 45 para o segundo e 21 para o terceiro, com a difusão dos questionários em listas de e-mail da comunidade científica que ficaram disponíveis durante quatro semanas. Os resultados obtidos indicam maior concordância dos participantes para os itens que compõem as categorias de Qualidade de Uso e Qualidade Híbrida, sendo os critérios de Qualidade de *Software* dessa dimensão os que tiveram o maior nível de concordância em relação aos de Qualidade de Uso. O maior grau de mudanças foi na dimensão de QP. A dimensão de QS teve 29,4% de mudanças e as alterações realizadas de acordo com a opinião dos especialistas causaram um impacto geral de mudanças na taxonomia como um todo.

Entende-se como limitação desta pesquisa o fato de o estudo ter sido desenvolvido apenas por um aluno; no entanto, para minimizar a limitação, o estudo foi acompanhado

por 2 professores com experiência nas áreas de IHC, Qualidade de *Software*, Qualidade de Uso e Avaliação de RDAs. Para continuação deste trabalho de pesquisa, pretende-se desenvolver um *Guideline*, que oriente a avaliação de RDAs, composto pela taxonomia proposta, uma escala de avaliação para cada um dos critérios que gere um *score* final da avaliação, e um método de aplicação (passo a passo) para orientar pesquisadores no planejamento, execução, análise e avaliação de RDAs.

Referências

- Bastien, C., & Scapin, D (1993). RT-0156 – Ergonomic criteria for the evaluation of human-computer interfaces. In: Rapport technique de l'INRIA.
- Bayona-Oré, S., Calvo-Manzano, J. A., Cuevas, G., & San-Feliu, T. (2014). Critical success factors taxonomy for software process deployment. *Software Quality Journal*, 22(1), 21-48. <https://doi.org/10.1007/s11219-012-9190-y>
- Cascini, D., & Campos, S. (2015). Avaliação de jogos educacionais multiusuários: Uma revisão sistemática da literatura. In *Brazilian Symposium on Computers in Education* (Vol. 26, No. 1, p. 519). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.519>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications.
- de França, R. S., & da Silva, A. C. B. (2014). Avaliação de softwares educativos para o ensino de Língua Portuguesa. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 22(03), 23. <https://doi.org/10.5753/RBIE.2014.22.03.23>
- de Sales, A. B., & Boscarioli, C. (2020). Uso de Tecnologias Digitais Sociais no Processo Colaborativo de Ensino e Aprendizagem. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (37), 82-98. <https://doi.org/10.17013/risti.36.1-14>.
- Goulart, J., Oliveira, F., & Pinto, P. (2019). Avaliação Sistemática de Eficácia na Aprendizagem de Algoritmos com o uso do Tupy Online. In *Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação* (pp. 218-232). <https://doi.org/10.5753/we.2019.6631>.
- Gonçalves, A. F., Miranda, G. L., & Barreira, N. (2016). B-learning, Recursos Educativos Digitais e Ensino Profissional: Uma estratégia de apoio ao desenvolvimento da Prova de Aptidão Profissional. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (20), 131-146. <https://doi.org/10.17013/risti.20.131-146>
- Junior, O. D. O. B., Aguiar, Y. P. C., & de Moura, H. P. (2020). Taxonomia para Avaliação de Recursos Digitais de Aprendizagem: Proposição e Análise da Adequação por Especialistas. In *Anais do XXXI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 232-241). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2020.232>.
- Junior, O., & Aguiar, Y. P. C. (2018). Taxonomia de critérios para avaliação de software educativo-TaCASE. In *Brazilian Symposium on Computers in Education* (Vol. 29, No. 1, p. 298). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.298>.

- Júnior, O. B., Aguiar, Y., & Tavares, T. (2016). Abordagens para Avaliação de Softwares Educativos e sua Coerência com os Modelos de Qualidade de Software. *In Brazilian Symposium on Computers in Education* (Vol. 27, No. 1, p. 270). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2016.270>.
- Lin, Y. H., & de Oliveira, M. C. (2018). Avaliação de Software utilizando MAEP: Uma Análise do Protótipo de um Simulador Imersivo de Realidade Virtual. *Anais SULCOMP*, 9.
- Neves, N. N., & dos Santos, A. R. (2021). O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação para a experimentação no ensino de química: uma proposta usando sequências didáticas. *Scientia Naturalis*, 3(1).
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Morgan Kaufmann.
- Norma, I. S. O. IEC 9126-1. (2001). Software engineering–Product quality–Part 1: Quality model. In: *Associação Brasileira de Normas Técnicas*.
- Norma, I. S. O. IEC 9214-1. (2003), Ergonomic Requirements for office work with visual display terminals – part 11. In: *Associação Brasileira de Normas Técnicas*.
- Nunes, R., & Santos, I. (2018). A importância da avaliação ergonômico-pedagógica de aplicativos educacionais e os desafios encontrados no campo da aprendizagem móvel. *In Brazilian Symposium on Computers in Education* (Vol. 29, No. 1, p. 41). <https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2018.41>.
- Pereira, W. S., Cardoso Filho, R. J., Silva, W. R. D. A., Da Silva, R. S. T., Dantas, V. F., & Aguiar, Y. P. (2016). Validação de uma abordagem combinada para avaliação de Software Educativo: avanços e desafios. *Revista Tecnologias na Educação*, 8(16).
- Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2004). Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction. 4. ed. Addison-Wesley Publishing Company.
- Silva, A. C. B. D., & Gomes, A. S. (2015). Conheça e utilize software educativo: avaliação e planejamento para a educação básica. *Recife: Pipa Comunicação*, 83, 3322-3222.
- Swebok. (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. Version Project of the *IEEE Computer Society Professional Practices Committee*.
- Wohlin, C. (2014). Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. In *Proceedings of the 18th international conference on evaluation and assessment in software engineering* (pp. 1-10). <https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>.

Estilos de Aprendizagem: proposta de questionário semiautomático de apoio à aprendizagem autorregulada

Antonio Carlos Zambon¹, Enzo Juniti Fujimoto¹, Higor Augusto Gomes¹

aczambon@unicamp.br; e233930@dac.unicamp.br; h146435@dac.unicamp.br

¹ Universidade Estadual de Campinas, R. Paschoal Marmo, 1888 - Jd. Nova Itália, 13484-332, Limeira, SP, Brasil

DOI: 10.17013/risti.42.136–151

Resumo: Este trabalho descreve o desenvolvimento de um questionário eletrônico semiautomático, baseado no algoritmo do Processo de Análise de Estilos de Aprendizagem por meio de Mapas Conceituais Estendidos. Sua implementação representará uma alternativa para a análise dinâmica dos estilos de aprendizagem e capacitação de alunos para produzirem sua autoavaliação e a aprendizagem autorregulada. No desenvolvimento do questionário foi utilizado o Google Planilhas para a obtenção e armazenamento dos dados e o CmapTools para sua visualização. Os resultados preliminares, demonstrados no caso conceito, confirmam que o questionário é capaz de revelar e representar adequadamente os Estilos de Aprendizagem. Diante disso, a sequência desta pesquisa, consistirá na aplicação extensiva do questionário, com o objetivo de identificar a acuracidade na avaliação dos Estilos de Aprendizagem e o desenvolvimento de relatório para orientação do aluno em suas estratégias de aprendizagem.

Palavras-chave: Estilos de Aprendizagem; Mapas Conceituais Estendidos; Aprendizagem Autorregulada; Autoeficácia; Autodidatismo.

Learning Styles: proposal for a semiautomatic support questionnaire for self-regulated learning

Abstract: This work describes the development of a semiautomatic electronic questionnaire, based on the Learning Styles Analysis Process algorithm using Extended Concept Maps. Its implementation will represent an alternative for the dynamic analysis of Learning Styles and the training of students to produce their self-assessment and also self-regulated learning. We use Google Spreadsheets for develop the questionnaire and for the storing data, and CmapTools for visualization. The preliminary results, demonstrated in the concept case, confirm that the questionnaire is able to reveal and adequately represent the Learning Styles. Therefore, it is intended that in the next phase of this research, an wide application of the questionnaire will be carried out, with the objective of identifying the accuracy of the Learning Styles identifying process, and the development of a report to guide the student in his learning strategies.

Keywords: Learning Styles; Extended Concept Maps; Self-Regulated Learning; Self-efficacy; Autodidacticism.

1. Introdução

Embora a aprendizagem norteie a evolução humana, muitas são as dificuldades enfrentadas pelos indivíduos no decorrer desse processo. A aprendizagem não se comporta com o mesmo padrão em todos os indivíduos, pois depende da competência cognitiva individual. Alguns indivíduos manifestam uma capacidade autorreflexiva inata, que estimula a evolução do aprendizado diante de necessidades diferentes, o que os torna muito capazes para tratar da realidade complexa. Entretanto, outras pessoas reagem à complexidade de maneira menos efetiva, aprendendo por meios alternativos, nem sempre tão eficientes.

Entende-se como aprendizagem, a capacidade do indivíduo em incorporar ou renunciar formações e raciocínio às suas competências, com o objetivo de construir ou sustentar sua concepção acerca da realidade, positiva ou negativamente.

Essa capacidade também pode ser descrita a partir de um conjunto peculiar de habilidades, manifestas por meio de ações e emoções, que buscam a mudança de um determinado contexto. Essa característica é definida por Marini & Boruchovitch, 2014; Schunk, 1991; Zimmerman, 1990, como Aprendizagem Autorregulada. Na Aprendizagem Autorregulada, os indivíduos balizam suas aprendizagens e motivações, para atingir os objetivos pessoais. Dessa maneira, a aprendizagem não se torna unicamente acessória e tampouco estática, mas, ativa e dinâmica, por estar no âmago das realizações sociais do indivíduo.

A maneira como o indivíduo estabelece a relação entre o que o ambiente oferece para aprendizado e o que, sob seu julgamento, é relevante, origina a abordagem dos Estilos de Aprendizagem (EA). Os EA, em termos gerais, representam padrões com os quais os indivíduos direcionam suas preferências para aprenderem. Essas preferências evoluem, conforme a compreensão do ambiente pelo indivíduo e reforçam a composição das estratégias que serão por ele utilizadas (Kolb & Kolb, 2005).

A psicologia da educação (Gatti, 2010) ratifica a importância do estudo da relação do indivíduo e o contexto no qual ele está inserido, pois é dessas relações que emergem os padrões e competências cognitivas, comportamentais e motivacionais, construtoras de suas habilidades. Nesse aspecto, estabelece que a autogestão dos indivíduos sobre seu desenvolvimento, constrói uma aprendizagem robusta, apoiada no autoconceito, que, por sua vez, consolida a gestão do próprio conhecimento (Wernick, 1959). O autoconceito é, normalmente, assumido como um atributo que o indivíduo utiliza para correlacionar a atitude de aprender a um bom desempenho acadêmico ou adaptação profissional (Jackson et al., 2001). Por sua vez, os EA, constituem indicadores importantes para identificação dessa tendência (Omar et al., 2015).

Usualmente, testes para a identificação de EA são estáticos, ou seja, as perguntas não se modificam. Essa característica constitui uma fragilidade, pois, não permite que as mesmas pessoas sejam submetidas diversas vezes ao mesmo questionário, considerando que as respostas podem ser manipuladas pelos respondentes. Os EA são dinâmicos e

poderiam revelar as mudanças das preferências dos aprendizes expostos aos processos de ensino, se contassem com questionários interativos, customizáveis e dinâmicos.

Uma proposta que atende à possibilidade de tornar os questionários customizáveis e interativos é o Processo de Análise de EA por meio de Mapas Conceituais Estendidos - MCE (Gomes, 2018). Esse processo descreve a utilização dos MCE, como ferramentas capazes de extrair e representar conhecimento, revelando as características do EA de uma pessoa. Seu algoritmo de eliciação do conhecimento, possui uma estratégia de criação de perguntas a partir de declarações do próprio respondente, que o torna interativo e customizável, considerando que não utiliza apenas perguntas previamente definidas. Esse processo, no entanto, não foi automatizado, tendo sido descrito apenas seu algoritmo.

O objetivo deste artigo é descrever o desenvolvimento de um questionário eletrônico semiautomático, baseado no algoritmo do Processo de Análise de EA por meio de MCE, que permitirá realizar a análise dinâmica dos estilos de aprendizagem de indivíduos. A ferramenta representará um recurso importante para identificação da mudança de preferências de aprendizagem das pessoas quando expostas a um processo de ensino (López et al., 2016).

Pressupõe-se que, por meio da revelação do EA e da possibilidade do acompanhamento de sua evolução, os indivíduos poderão desenvolver a aprendizagem autorregulada, estimulando-se ao desenvolvimento da autoeficácia (Boruchovitch, 1999).

Este trabalho está descrito em outras quatro seções, além desta introdução. Na Seção 2, apresenta-se a aprendizagem autorregulada e autoeficácia, que norteiam e contextualizam esta proposta no ambiente da aprendizagem. Na Seção 3, descreve-se o desenvolvimento do questionário semiautomático, objeto deste trabalho. Na Seção 4, apresenta-se um caso de conceito cujo objetivo foi testar as funcionalidades da ferramenta. A Seção 5 apresenta as conclusões finais.

2. Aprendizagem autorregulada e autoeficácia

Concebe-se que a aprendizagem autorregulada decorre das vivências anteriores do indivíduo, que se reporta a cenários onde ele obteve resultados satisfatórios. Nessa circunstância, são combinados dados gerais de aprendizagem com elementos disposicionais. Esses elementos representam as relações entre eventos ocorridos em momentos diferentes, presentes em uma construção mental abrangente que, por sua vez, é associada por similaridade, a um evento corrente (Lazzeri & Oliveira-Castro, 2010). Dessa maneira, a aprendizagem autorregulada emerge das competências construídas baseadas na aprendizagem disposicional e inclui comportamentos, atitudes e valores, que conduzem o indivíduo para o conceito de autoeficácia (Jackson et al., 2001; Lazzeri & Oliveira-Castro, 2010).

Para acreditar que é capaz de aprender, o indivíduo deve possuir uma carga pregressa de elementos com os quais possa construir seu conceito de autoeficácia (Drysdale & McBeath, 2018; Trautner & Schwinger, 2020; Yusuf, 2011). Essa característica é relevante para a análise do aprendizado de adultos, que se utilizam de suas experiências anteriores para

conduzir seu aprendizado (Martín-García et al., 2019). Essas experiências, por vezes, estão associadas à autoeducação, ou autodidatismo.

Os trabalhos existentes no campo do autodidatismo, se referem, em sua grande maioria, à aprendizagem informal. Essa informalidade, concebe o ambiente de aprendizagem como destituído de critérios previamente estabelecidos por um instrutor e restrito à construção de habilidades e ao conhecimento aplicado (Hager, 2000). Entretanto, em abordagens mais recentes, o autodidatismo não se restringe aos meios construtores de habilidades, mas, configura-se como o instrumento pelo qual o indivíduo constrói um ambiente de conhecimento do qual emerge seu autodesenvolvimento, sua imagem particular de mundo, e, consequentemente, sua autorrealização (Selwyn et al., 2016; Shuklina, 2001).

A aprendizagem não se restringe a uma concepção endógena do indivíduo, mas aos construtos que se originam internamente e se expandem para o ambiente externo, buscando sua significação (López et al., 2020). Essa proposição foi amplamente discutida na Teoria Social Cognitiva, cujos estudos do comportamento apontam que a aprendizagem autorregulada tem suas limitações, que são definidas pelo contexto (Alonso et al., 1995; Bandura, 1989). A teoria enfatiza que, durante o autoconhecimento, o indivíduo desenvolve aptidões consistentes para gerenciar sua manutenção, como a motivação empenhada em determinado tópico, cabendo-lhe “formatar-se” em cada ambiente (Yusuf, 2011). Isso está intrinsecamente relacionado à característica humana de reação às pré-concepções sobre os quadros futuros, que provoca uma sensação de desconhecimento, determinante para o planejamento acerca das próprias satisfações, sinalizando o engajamento mais assertivo (Trautner & Schwinger, 2020).

Assim, no âmbito da aprendizagem, a característica intencional de tomadas de decisões que sejam mais eficientes, não está circunscrita ao ambiente externo. Interpreta-se que, ao se reconhecer pela autoeficácia, e regular-se dentro do contexto, o indivíduo influenciará suas condutas futuras, escolhendo seu Estilo de Aprendizagem.

2.1. Estilos de Aprendizagem

Estilos de Aprendizagem (EA) são táticas empregadas pelas pessoas que buscam mitigar problemas ou aumentar a taxa de sucesso frente às dificuldades de aprender (Meurer et al., 2018). Essas táticas são definidas por uma preferência inconsciente, e são escolhidas por comparação a vivências anteriores.

O Modelo de Aprendizado Experiencial (Cavanagh, Hogan e Ramgopal, 2017; Ka & Chan, 2012; Widiastuti & Budiyo, 2018) define o aprendizado como um processo no qual o conhecimento é construído por meio da experiência. A experiência representa a oportunidade de o indivíduo vivenciar os fenômenos que necessita aprender, pensar sobre eles e projetar ações transformadoras. O modelo descreve que o aprendizado de adultos ocorre por meio de um ciclo que considera as preferências dos indivíduos em interagir com os fenômenos que precisam ser aprendidos. São quatro preferências: i) Experiência Concreta; ii) Conceituação Abstrata; iii) Experimentação Ativa e iv) Observação Reflexiva.

O ciclo propõe que os indivíduos inconscientemente preferem interagir com o ambiente externo. Isso não significa que não possam modificar tais preferências ao longo do tempo, com a maturidade ou, aprendizado. Essas preferências podem ser representadas em dois eixos perpendiculares (Figura 1).

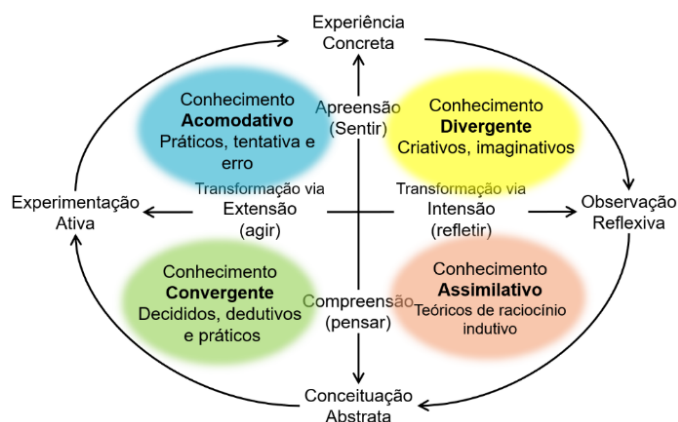


Figura 1 – Ciclo de Aprendizagem e Estilos de Aprendizagem
Fonte: adaptado (Nogueira et al., 2012)

Conforme a Figura 1, o eixo vertical representa a Experiência Concreta em uma extremidade e o seu oposto, a Conceituação Abstrata, na outra. Os indivíduos que preferem a Experiência Concreta confiam mais em seus sentidos e buscam aprender pelo contato, pela visualização. Por outro lado, os indivíduos que preferem a Conceituação Abstrata, são capazes de utilizar a reflexão para compreender antes de agir.

Nas extremidades do eixo horizontal se posicionam a Experimentação Ativa e a Observação Reflexiva. Os indivíduos que preferem a Experimentação Ativa para aprender, têm agilidade para a ação modificadora do ambiente, ao passo que os indivíduos que preferem a Conceituação Abstrata, necessitam compreender antes de agir. São mais reflexivos e demandam mais tempo para a ação.

Considerando preferências dispostas nos dois eixos, são definidos quatro estilos de aprendizagem: i) Divergentes, cujos pontos fortes são a criatividade e a imaginação; ii) Assimiladores, que preferem a criação de modelos teóricos, que demandam raciocínio indutivo; iii) Convergentes, que se destacam na solução de problemas, tomada de decisões e aplicação prática de ideias e iv) Acomodadores, que preferem experiências práticas às abordagens teóricas.

O Modelo de Aprendizagem Experiencial (Kolb & Kolb, 2005) sustenta que a aprendizagem efetiva, se orienta por um movimento cíclico, conduzindo o indivíduo pelos quatro estilos de aprendizagem, e, embora os aprendizes prefiram um estilo em detrimento dos outros, também terão traços dos outros estilos.

2.2. Mapas Conceituais Estendidos e a representação de Estilos de Aprendizagem

Mapas Conceituais estendidos (MCE) são representações gráficas que utilizam regras cognitivas para representação do conhecimento. São estruturados por meio de proposições inter-relacionadas e dispostas em uma matriz que associa o censo de julgamento de um indivíduo sobre si e sobre o ambiente (Galindo-Jaramillo, 2018; Gomes, 2018; Silva, 2018). Os Mapas Conceituais Estendidos (MCE) são representações do conhecimento, e ilustram graficamente as relações existentes entre os conceitos de um domínio do conhecimento (Zambon et al., 2016). Conceitos são palavras ou pequenas frases cujo significado remete a construtos físicos ou abstrações, como sentimentos. Os conceitos são relacionados por meio de frases de ligação (verbos, preposições) inseridos em arcos (arestas) que os unem (Mayer, 2002). Dois conceitos conectados por um arco dão origem a uma proposição, sendo essa a estrutura básica dos MCE.

As proposições recebem dois tipos de sinais: (+) que representam reforço, (–) que representa balanceamento. O reforço (+) descreve uma relação diretamente proporcional entre causa e efeito: quanto mais causa, mais efeito. O peso de balanceamento (–), descreve uma relação inversamente proporcional entre causa e efeito: quanto mais causa, menos efeito (Meadows et al., 2004; Senge, 2006). A Expressão 1 exemplifica uma proposição conforme o MCE.

$$C_c \xrightarrow{+} C_e \quad (1)$$

A proposição descrita na Expressão 1, pode ser lida como “Conceito Causa influencia amplificando Conceito Efeito”. O raciocínio de um indivíduo é representado por meio de inúmeras proposições, que são organizadas em uma matriz de atributos.

A matriz é composta por três linhas e três colunas, que descrevem dois contextos: i) as linhas (L), representam a capacidade que um indivíduo julga ter de manipular conceitos, racional ou irracionalmente e obter um resultado previamente imaginado; ii) as colunas (C), representam a hipótese imaginada pelo indivíduo do ambiente se comportar de maneira esperada, em consequência de padrões por ele previamente pensados, em consonância com suas experiências anteriores e suas regras inconscientes. Esses atributos evoluem entre o plano consciente, que na matriz é representado nas intersecções L-C em branco, e o plano inconsciente, representado nas intersecções L-C em cinza.

As proposições possuem seu significado intrínseco, dado pelas palavras e pela estrutura de relacionamento. Entretanto, quando essas proposições são posicionadas na matriz de atributos, recebem o significado desse posicionamento (extrínseco), que associa a relação com as impressões do indivíduo sobre sua capacidade e sobre o ambiente, de acordo com a argumentação (consciente) ou o raciocínio (inconsciente).

O atributo da linha superior da matriz é Controlável (CT), e nela se posicionam conceitos julgados controláveis por regras explícitas. A linha mediana, abrange, além da argumentação (elementos explícitos), também elementos semânticos (tácitos), provenientes do raciocínio. Nessa linha é possível observar o trânsito entre o consciente

e o inconsciente do indivíduo. Essa condição de transição estabelece que seu nível de controlabilidade é indefinido, por isso, é denominada Penumbra (PN). A linha inferior é composta por elementos semânticos (tácitos) e os conceitos nela posicionados, estão sujeitos a regras que emergem da inconsciência, logo, são Não Controláveis (NC).

O atributo da coluna mais à direita, é de controlabilidade (CT), representando elementos provenientes de inferência. Esses elementos explicam a dinâmica do ambiente exposto às ações do agente e, segundo seu julgamento, consistem em previsões certas e objetivas. A coluna central, de penumbra (PN), agrupa elementos conscientes e inconscientes, projetando incerteza sobre as regras de mudança do ambiente imaginadas pelo indivíduo. Deixam de ser integralmente inferências, pois possuem elementos do seu raciocínio, da percepção, apoiadas parcialmente na experiência individual, que não é integralmente reconhecida por outros indivíduos. A coluna à esquerda, agrupa elementos não controláveis (NC) pelo indivíduo, que estão posicionados no seu inconsciente. Isso significa que não há explicação lógica dos seus resultados, e nem a origem desses elementos é determinística, pois emergem de regras não declaráveis, subconscientes (Figura 2).

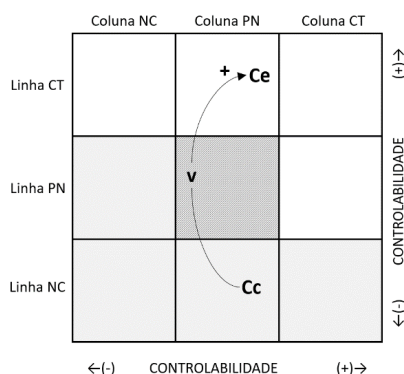


Figura 2 – Mapa Conceitual Estendido
Fonte: Adaptado de (Duarte, 2016)

Na exemplificação da Figura 2, é possível identificar a Expressão 1 ($Cc \rightarrow +Ce$). O conceito causa (Cc) se encontra no inconsciente, gerando desestabilização no conceito efeito (Ce). Além disso, o Cc , é tido pelo indivíduo como não controlável (NC) e seu comportamento no ambiente não é claro (PN) para o observador. Embora seja uma verdade, essa consideração influencia a mudança do conceito efeito (Ce) sob condições inesperadas. O Conceito Efeito (Ce), por mais que, retoricamente, se posicione em ambiente controlável, (CT), pelo fato de receber uma carga de desestabilização (+) do conceito causa (Cc), muda seu estado de maneira imprevista. Esse tipo de relacionamento explica, em parte, a frustração pela certeza que não se concretiza.

Essas características de representação permitem, por meio de inserção de atributos específicos na matriz do MCE, identificar estilos de aprendizagem (EA) (Gomes, 2018).

3. Desenvolvimento do Formulário semiautomático

O formulário semiautomático coletará proposições a partir de um questionário interativo, aplicado individualmente e posicionará essas proposições no MCE.

Para o desenvolvimento foi escolhida a plataforma do Google Planilhas. As informações obtidas serão armazenadas em planilha eletrônica e depois exportadas em formato legível para o CmapTools, que será o instrumento de visualização gráfica das proposições coletadas.

A ferramenta para aquisição e representação de Estilos de Aprendizagem é composta por dois processos: i) Processo de Elicitação de Proposições e ii) Processo de Representação no MCE.

3.1. Processo de elicitação de proposições

A elicitação de proposições ocorre pela aplicação desenvolvida no Google Planilhas (Google, 2019). A escolha da plataforma se deve à sua flexibilidade, possibilidades de customização, comunicação em tempo real com o banco de dados e capacidade de automatização de processos de extração e tratamento de texto. A interface do formulário eletrônico pode ser observada na Figura 3.

FORMULÁRIO - ESTILOS DE APRENDIZAGEM

Saber o próprio estilo de aprendizagem e acompanhar sua evolução pode auxiliar o indivíduo a desenvolver a aprendizagem autoregulada, estimulando-o ao desenvolvimento da autoeficácia. Assim, este formulário é uma proposta de obtenção de algumas informações, a fim de construir um Mapa Conceitual Estendido e apresentar a você seu estilo de aprendizagem.

Questão focal: Como ocorre o(a) o desejo de vencer no contexto do desenvolvimento acadêmico que muda o padrão de da interação de você - aluno - com a sociedade?

Para o preenchimento do formulário, siga a ordem em que os campos de resposta forem ficando em destaque (de 1 a 5). Ao final, clique no botão "Salvar Respostas". Na primeira iteração, serão solicitadas algumas permissões (concedê-las), e você deverá clicar novamente em Salvar Respostas ao final. Deverá surgir uma janela confirmando o armazenamento de suas respostas. Repetir o processo até completar 100% do formulário (Indicado ao fim).

1) Diga o que causa o desejo de vencer.	satisfação em ser o primeiro
2) Satisfação em ser o primeiro refere-se a desenvolvimento acadêmico?	Não ▼
3) Satisfação em ser o primeiro influencia mudança em o desejo de vencer?	Não ▼
4) O desenvolvimento acadêmico pode mudar com ação do agente?	Sim ▼
5) Digite um novo conceito ou selecione da lista a seguir.	▼

Figura 3 – Formulário de elicitação de proposições

A interação do usuário com o formulário eletrônico (Figura 3), consiste em preencher cinco campos com conceitos que remetem à Questão Focal (Qf), presente no formulário. As perguntas são construídas com conceitos presentes na Qf e na argumentação do respondente. Isso torna o questionário diferente para cada respondente. A cada interação, o usuário adiciona uma proposição (Cc $\rightarrow$ +Ce), além dos elementos necessários para seu posicionamento na matriz do MCE.

A estrutura do questionário atende às regras de posicionamento de conceitos no MCE, como descrito na Figura 4.

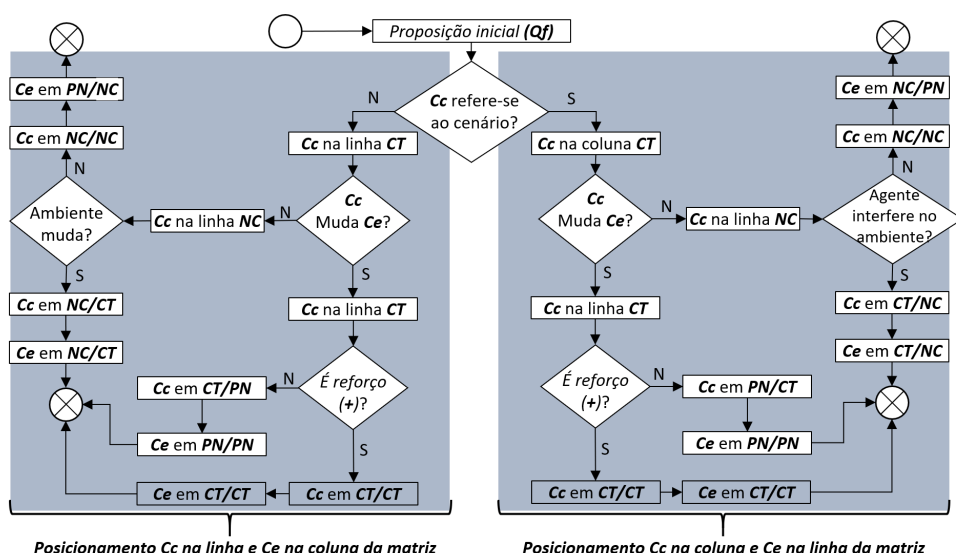


Figura 4 – Algoritmo de posicionamento de conceitos no MCE
Fonte: Adaptado (Gomes, 2018)

É possível identificar na Figura 4, os elementos de decisão, que são percorridos ao longo de cada interação no questionário. Cinco questionamentos básicos são demandados para cobrir as alternativas do questionário:

- Pergunta 1: identifica se Ce, presente na Qf se associa ao Cc definido pelo respondente;
- Pergunta 2: identifica se o Cc, pela ótica do respondente, explica o cenário, ou é circunscrita à capacidade do respondente;
- Pergunta 3: identifica se, em quaisquer das alternativas anteriores, Cc muda o estado do Ce;
- Pergunta 4: identifica se a relação ambiente – agente provoca mudanças em um ou em outro;
- Pergunta 5: identifica se existe outro conceito para adicionar à argumentação do agente, ou, se algum conceito já adicionado pode ser melhor discutido ou associado.

A elicitação cessa após cinco iterações, que representam um número suficiente de proposições para identificação do EA do respondente.

Um fator decisivo para a escolha do Google Planilhas (Google, 2019) como plataforma para a construção do formulário, é a dinâmica das perguntas 2, 3 e 4, que são construídas de maneira interdependente. Por exemplo, a pergunta 3, é construída com elementos sintáticos da resposta à pergunta 2, e a pergunta 4, é construída com elementos sintáticos da resposta à pergunta 3.

Ao final da elicitación, as respostas são armazenadas em uma tabela inicial que preserva a estrutura da proposição, além da localização do Conceito Causa (Cc), do Conceito Efeito (Ce) e do Verbo (v), para que possam ser posicionados na matriz de atributos do MCE, conforme proposto pelo algoritmo de posicionamento. A Tabela 1 descreve o exemplo de duas proposições e os posicionamentos X-Y dos conceitos na matriz de atributos.

Conceito Causa (Cc)	Verbo (v)	Conceito Efeito (Ce)	Cc		v		Ce	
			X	Y	X	Y	X	Y
<i>Stress nas relações</i>	Influencia	Produtividade	1250	478	221	413	105	963
<i>Má gestão</i>	Influencia	Motivação	520	665	150	1075	963	783

Tabela 1 – Base de proposições e posicionamento dos conceitos

Da esquerda para a direita, a Tabela 1 apresenta conceitos causa (Cc), os verbos (v) e os conceitos efeito (Ce). As colunas posteriores contém as informações de posicionamento (linha e coluna) dos três elementos anteriores no MCE.

Os dados finais são exportados em formato *tsv*, ou Valores Separados por Tabulação, e na sequência são convertidos para *csv*, ou Valores Separados por Vírgula. Esse processo é realizado com a finalidade de preservar a codificação UTF-8, que possibilita o uso de acentos gráficos.

3.2. Processo de representação no MCE

A base de proposições e seus posicionamentos são exportados para o CmapTools (IHMC, 2020), onde serão representados no formato da matriz de atributos do MCE.

A partir de uma análise do algoritmo de posicionamento, é possível identificar oito hipóteses de caminhos para posicionamento dos conceitos no MCE. O caminho percorrido pelas respostas, recebe uma etiqueta, ou carimbo, definido pela sequência de *Sim* e *Não*. Os carimbos, portanto, são caminhos gerados pelo respondente, sob ação do algoritmo. No caso específico de um carimbo *SimSimSim*, obtém-se o posicionamento dos conceitos Causa e Efeito, tanto para linha quanto para a coluna (Tabela 2).

Carimbo	Linha CC	Coluna CC	Linha CE	Coluna CE
SimSimSim	Controlável	Controlável	Controlável	Controlável
SimSimNão	Penumbra	Controlável	Penumbra	Penumbra
SimNãoSim	Controlável	Não Controlável	Controlável	Não Controlável
SimNãoNão	Não Controlável	Não Controlável	Não Controlável	Penumbra
NãoSimSim	Controlável	Controlável	Controlável	Controlável

Carimbo	Linha CC	Coluna CC	Linha CE	Coluna CE
NãoSimNão	Controlável	Penumbra	Penumbra	Penumbra
NãoNãoSim	Não Controlável	Controlável	Não Controlável	Controlável
NãoNãoNão	Não Controlável	Não Controlável	Penumbra	Não Controlável

Tabela 2 – Possibilidades de posicionamento dos conceitos

Na Tabela 2, é possível identificar oito carimbos, posicionados em linha. Cada carimbo, define um caminho para cada decisão do fluxograma.

Para cada carimbo, estabelecem-se os limites de posicionamento na matriz do MCE, que está associado à relação linha-coluna da matriz, como demonstrado na Figura 7.

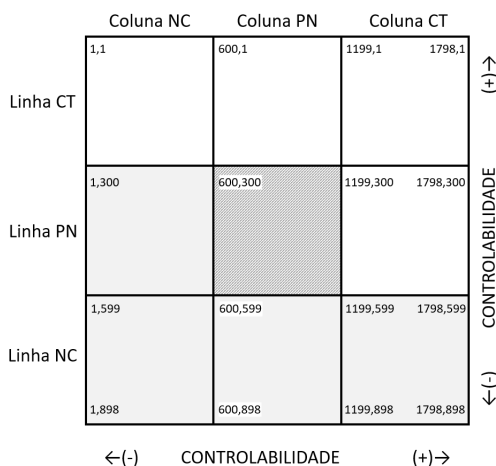


Figura 7 – Limites de posicionamento dos conceitos no Mapa Conceitual Estendido

Na Figura 7, os valores nas legendas de cada quadrante são as coordenadas limites no MCE (X-Y). Por exemplo, um conceito inserido nas coordenadas entre (1199,1) e (1798,1), será posicionado como Controlável.

Dessa maneira, os conceitos e os relacionamentos são posicionados na matriz de atributos do MCE. A partir desse posicionamento, é possível identificar os Estilos de Aprendizagem dos respondentes.

4. Resultados obtidos

Após seu desenvolvimento, o questionário foi submetido a testes para avaliação de sua capacidade de posicionar automaticamente conceitos na matriz do MCE, como proposto

pelo algoritmo de posicionamento de conceitos (Figura 4). Na Figura 9, observa-se uma matriz construída em um dos testes realizados, onde é possível identificar os conceitos e seus relacionamentos nos eixos “Concreto-Abstrato” e “Ativo-Reflexivo”, como preconizado pelo Processo de Análise de EA por meio de MCE (Gomes, 2018).

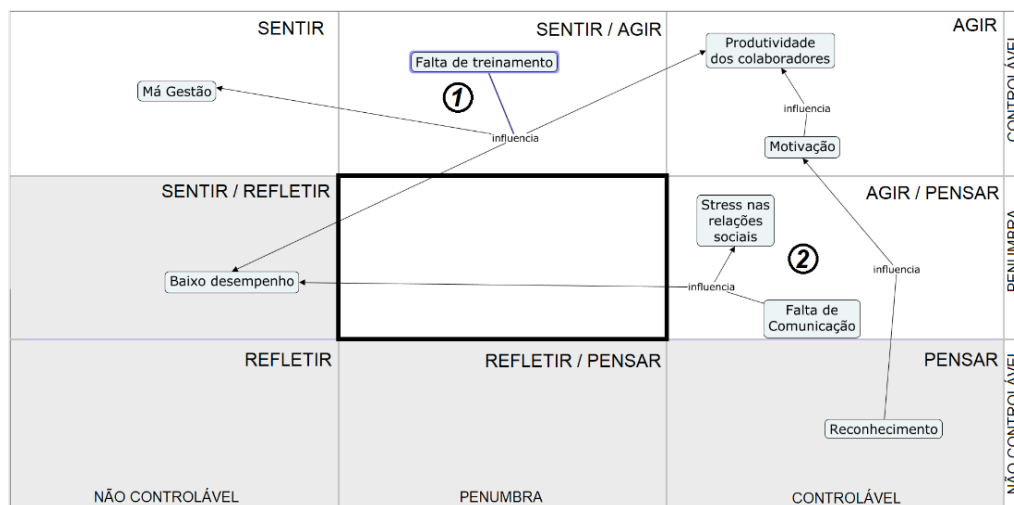


Figura 9 – Matriz do MCE com os atributos do Ciclo de Aprendizagem

Na Figura 9, as preferências Agir e Sentir, se situam em Experiência Ativa e Concreta, e se posicionam na área do Consciente (branco) do MCE. As preferências Refletir e Pensar referem-se à Conceituação Abstrata e Observação Reflexiva, e por essa razão, se encontram no âmbito do Inconsciente (cinza). As relações L-C intermediárias, são definidas como áreas de transição entre os eixos.

Os MCE são construídos por várias proposições e, para definir o EA a partir desses conjuntos, é utilizada a estratégia de Análise de Hubs (Galindo-Jaramillo, 2018; Gomes, 2018).

Uma relação no padrão hub ocorre quando um conceito é causa de vários conceitos. Nessa hipótese, o hub é chamado de difusor (HD). Em outra circunstância, quando vários conceitos são causa de um único, o hub é denominado concentrador (HC).

Na análise de EA são utilizados apenas os HD. Na Figura 9 estão representados o HD1 e HD2. No HD1, o conceito “Falta de treinamento” influencia outros três conceitos: “Má gestão”, “Baixo desempenho” e “Produtividade dos colaboradores”. O HD1 é predominante, comparativamente ao HD2, que influencia dois conceitos. O HD1 se encontra na intersecção L-C “Sentir/Agir”, que denota o EA predominante “Acomodativo” (Tabela 2).

HD	Cc	RELAÇÕES	LOCALIZAÇÃO	EA – Kolb	%
1	Falta de Treinamento	3	Sentir/Agir	Acomodativo	60%
2	Falta de Comunicação	2	Agir/Pensar	Convergente	40%
	Total	5			100%

Tabela 2 – Definição de Estilos de Aprendizagem pela análise da formação de Hubs no MCE

A Tabela 2 contém a análise dos dois HD existentes no MCE da Figura 9. Observa-se que o HD1 é predominante (60%), porém, o HD2 é significativo (40%), não devendo ser descartado na análise do indivíduo.

5. Conclusões

O objetivo deste trabalho foi apresentar o processo de desenvolvimento de um formulário eletrônico semiautomático para execução do algoritmo do Processo de Análise de EA por meio de MCE (Gomes, 2018).

O formulário interativo e dinâmico, baseou-se em Google Planilhas (Google, 2019) para a eliciação dos Estilos de Aprendizagem – EA. A visualização dos EA é possibilitada pela exportação de dados em texto para o CmapTools (IHMC, 2020), que converte o arquivo no formato de Mapa Conceitual Estendido (MCE).

Os EA são revelados pela matriz de atributos do MCE e seu formulário customizável permite a introdução de perguntas diferentes a cada eliciação.

Este trabalho analisou, por meio de um caso de conceito, a eficiência do formulário eletrônico em executar o algoritmo do processo estudado, qualificando-o como ferramenta capaz de identificar EA e suas mudanças, ao longo do tempo.

Apoiados por esta ferramenta, indivíduos poderão aprofundar o entendimento sobre si mesmos, frente às dificuldades de aprenderem. Dessa maneira, poderão incrementar a aprendizagem autorregulada e estimularem-se ao desenvolvimento da autoeficácia.

Em termos tecnológicos, houve uma contribuição efetiva, com a criação de um questionário automaticamente conversível em um modelo gráfico de análise. Essa característica abre uma nova frente para a construção de métodos autogerenciáveis, que favoreçam a autoeficácia. Soma-se a isso, a característica dinâmica e customizável dos formulários, que permitem sua utilização incontáveis vezes com os indivíduos e também instanciá-los para vários cenários.

Trabalhos futuros abrangerão a aplicação extensiva do questionário, em diferentes ambientes, como o acadêmico e empresarial, com o objetivo de aferir a acuracidade

na avaliação dos EA. Essas pesquisas abrangerão ainda, o desenvolvimento de um formulário que possibilite aos alunos, a compreensão e utilização adequada e efetiva da informação para o desenvolvimento de estratégias de aprendizagem. Essas condições são essenciais para o uso efetivo da ferramenta.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) - Chamada MCTIC/CNPq No 28/2018 - Universal/Faixa B; e também do SAE-CNPq-Unicamp.

Referências

- Alonso, C., Gallego, D., & Honey, P. (1995). Los estilos de aprendizaje. Procedimientos de diagnóstico y mejora. In Ediciones Mensajero (8th ed., Vol. 1). Ediciones Mensajero.
- Bandura, A. (1989). Human Agency in Social Cognitive Theory. *American Psychology*, 44 (9), 1175–1184. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.44.9.1175>
- Boruchovitch, E. (1999). Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 12(2), 361–376. <https://doi.org/10.1590/s0102-79721999000200008>
- Drysdale, M. T. B., & McBeath, M. (2018). Motivation, self-efficacy and learning strategies of university students participating in work-integrated learning. *Journal of Education and Work*, 31(5–6), 478–488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13639080.2018.1533240>
- Duarte, G. A. (2016). Visualização de Mapas Conceituais Estendidos utilizando grafos orientados a força e restrições de posicionamento de vértices [Dissertação de Mestrado em Tecnologia, Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/331502>
- Galindo-Jaramillo, J. F. (2018). Identificação da percepção de valor público por meio de ferramentas de gestão do conhecimento. [Dissertação de Mestrado em Tecnologia, Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/334274>
- Gatti, B. A. (2010). Psicologia da educação: conceitos, sentidos e contribuições. *Psicologia Da Educação*, 31, 7–22. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-69752010000200002&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt
- Gomes, F. D. (2018). Ferramentas de Gestão do Conhecimento e Estilos de Aprendizagem para apoio às estratégias pedagógicas no ensino superior. [Doutorado em Tecnologia, Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/333644>
- Google, (2019). Planilha Google (08/2019; p. Software). Google LCC. <https://docs.google.com/spreadsheets/>

- Hager, P. (2000). Know-how and workplace practical judgement. *Journal of Philosophy of Education*, 34(2), 281–296. <https://doi.org/10.1111/1467-9752.00173>
- IHMC, I. for H. and M. C. (2020). CmapTools (p. Software). IHMC. <http://cmap.ihmc.us>
- Jackson, S. A., Thomas, P. R., Marsh, H. W., & Smethurst, C. J. (2001). Relationships between Flow, Self-Concept, Psychological Skills, and Performance. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(1), 129–153. <https://doi.org/10.1080/104132001753149865>
- Ka, C., & Chan, Y. (2012). Exploring an experiential learning project through Kolb's Learning Theory using a qualitative research method. 3797. <https://doi.org/10.1080/03043797.2012.706596>
- Kolb, A. Y., & Kolb, D. A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in higher education. *Academy of Management Learning and Education*, 4(2), 193–212. <https://doi.org/10.5465/AMLE.2005.17268566>
- Lazzeri, F., & Oliveira-Castro, J. M. (2010). Termos psicológicos disposicionais e análise do comportamento. *Princípios: Revista de Filosofia (UFRN)*, 17(28), 155–183.
- López, C., Janet, M., Castillo, L., Maldonado, P., Alicia, A., Casados, C., & Romo, A. (2020). Estrategias para potenciar el aprendizaje y el rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90), 579–594.
- López, M. B., Montes, A. J. H., Ramírez, R. V., Hernández, G. A., Cabada, R. Z., & Estrada, M. L. B. (2016). EmoRemSys: Sistema de recomendación de recursos educativos basado en detección de emociones. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 1(17), 80–95. <https://doi.org/10.17013/risti.17.80-95>
- Marini, J., & Boruchovitch, E. (2014). Estratégias de aprendizagem de alunos brasileiros do ensino superior: Considerações sobre adaptação, sucesso acadêmico e aprendizagem autorregulada. *Revista Eletrônica de Psicologia, Educação e Saúde*, 1, 102–126.
- Martín-García, A. V., Sánchez-Gómez, M. C., & Pérez, B. G. (2019). Ejemplificación de metodología mixta para el análisis del uso de entornos blended learning en docentes universitarios. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 1(33), 16–31. <https://doi.org/10.17013/risti.33.16-31>
- Mayer, R. E. (2002). Rote Versus Meaningful Learning. *Theory Into Practice*, 41(4), 226–232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4
- Meadows, D., Randers, J., & Meadows, D. (2004). *The Limits to Growth: The 30-Year Update* (2 ed.). Chelsea Green Publishing Company.
- Meurer, A. M., Pedersini, D. R., Antonelli, R. A., & Voese, S. B. (2018). Estilos de Aprendizagem e Rendimento Acadêmico na Universidade. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia y Cambio En Educación*, 16(4), 23–43. <https://doi.org/10.15366/reice2018.16.4.002>
- Nogueira, D. R., Espejo, M. M. dos S. B., Reis, L. G. dos, & Voese, S. B. (2012). Estilos de aprendizagem e desempenho em educação à distância: um estudo empírico com alunos das disciplinas de contabilidade geral e gerencial. *Revista De Educação E Pesquisa Em Contabilidade (REPeC)*, 6(1). <https://doi.org/10.17524/repec.v6i1.181>

- Omar, N., Mohamad, M. M., & Paimin, A. N. (2015). Dimension of Learning Styles and Students' Academic Achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 204, 172–182. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.08.130>
- Schunk, D. H. (1991). Self-Efficacy and Academic Motivation. *Educational Psychologist*, 26(1), 207–231. <https://doi.org/10.12681/eadd/1834>
- Selwyn, N., Gorard, S., & Furlong, J. (2016). Studies in the Education of Adults Adults' use of computers and the Internet for self-education. *Studies in the Education of Adults*, 38(2), 141–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/02660830.2006.11661530>
- Senge, P. M. (2006). *The Fifth Discipline: The Art and Practices of The Learning Organization* (1a edição). In Broadway Business.
- Shuklina, E. A. (2001). Technologies of Self-Education. *Russian Education \& Society*, 43(4), 57–78. <https://doi.org/10.2753/RES1060-9393430457>
- Silva, W. J. da. (2018). Processo de identificação de padrões em modelos mentais com foco no risco de evasão escolar. [Dissertação de Mestrado em Tecnologia, Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas]. <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/335151>.
- Trautner, M., & Schwinger, M. (2020). Integrating the concepts self-efficacy and motivation regulation: How do self-efficacy beliefs for motivation regulation influence self-regulatory success? *Learning and Individual Differences*, 80(101890), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101890>
- Wernick, W. (1959). The Self-Concept. *Journal of Teacher Education*. <https://doi.org/10.1177/002248715901000126>
- Widiastuti, I., & Budiyanto, C. W. (2018). Applying an experiential learning cycle with the aid of finite element analysis in engineering education. *Journal of Turkish Science Education*, 15(Special Issue), 97–103. <https://doi.org/10.12973/tused.10261a>
- Yusuf, M. (2011). The impact of self-efficacy, achievement motivation, and self-regulated learning strategies on students' academic achievement. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15(1), 2623–2626. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.158>
- Zambon, A. C., Baioco, G. B., Chiste, C., & Vasques, D. G. (2016). Uma aplicação prática de gestão do conhecimento e simulação na resolução de problemas complexos empresariais. *Revista Produção Online*, 16(2), 408. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v16i2.1799>
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-Regulated Learning and Academic Achievement: An Overview. *Educational Psychologist*, 25(1), 3–17. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep2501_2

Critérios Editoriais

A RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) é um periódico científico, 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.

Criterios Editoriales

La RISTI (Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información) es un periódico científico, 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.



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

©AISTI 2021 <http://www.aisti.eu>

