



ISSN: 1646-9895

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

J u n h o 2 0 • J u n e 2 0



©AISTI 2020 <http://www.aisti.eu>

Nº 37

Edição / Edición

Nº 37, 06/2020

Tiragem / Tirage: 1000

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

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

ISSN: 1646-9895

Depósito legal:

Indexação / Indexación

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

Propriedade e Publicação / Propiedad y Publicación

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

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

E-mail: aistic@gmail.com

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

Director

Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

Maria José Sousa, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Álvaro Rocha, Universidade de Lisboa

Conselho Editorial / Consejo Editorial

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela

Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro

Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid

Luís Paulo Reis, Universidade do Porto

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

Ramiro Gonçalves, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Conselho Científico / Consejo Científico

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

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Freitas, FMUP, Universidade do Porto, PT

Alcinia Zita Sampaio, IST, Universidade de Lisboa, PT

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

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

Alicia García-Holgado, Universidad de Salamanca, ES

Alma Gomez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Amélia Carvalho, Universidade de Coimbra, PT

Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT

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

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anacleto Correia, Escola Naval, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL

Ana Calvão, Universidade de Aveiro, PT

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

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

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

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

Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Martín López Nores, Universidad de Vigo, ES
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Patrícia Dias, Universidade do estado de Minas Gerais, BR
Patrícia Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, PT
Paulo Urbano, FC, Universidade de Lisboa, PT
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, PT
Pedro Sousa, Universidade do Minho, PT
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Ramiro Delgado, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Ramon Alcarria, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT

Ricardo J. Rodríguez, Universidad de Zaragoza, ES
Ricardo Linden, FSMA, BR
Rita Oliveira, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Roberto Theron, Universidad de Salamanca, ES
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Román Lara, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT
Rui José, Universidade do Minho, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui S. Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Saulo Barbara de Oliveira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, BR
Sérgio F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, Universidade de Aveiro, PT
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Thiago Dias, CEFET-MG, BR
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
Verónica Vasconcelos, ISEC, Politécnico de Coimbra, PT
Victor Flores, Universidad Católica del Norte, CL
Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR
Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES

Perspetivas Multidimensionais da Interação Homem-Computador

Multidimensional Perspectives of Human-Computer Interaction

Maria José Sousa¹, Álvaro Rocha²

maria.jose.sousa@iscte-iul.pt, amrocha@dei.uc.pt

¹ Departamento de Ciência Política e Políticas Públicas, ISCTE-Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, Avenida das Forças Armadas. 1649-026, Lisboa, Portugal.

² ISEG, Universidade de Lisboa, Rua do Quelhas, n.º 6, 1200-781 Lisboa, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.37.0

1. Introdução

A interação homem-computador (HCI) refere-se à comunicação e interação entre um ser humano e uma máquina. Esta disciplina desenvolveu-se ao longo dos anos, passando da necessidade de adaptar os computadores às necessidades dos seus utilizadores até à atualidade em que máquinas inteligentes passaram a ser a grande preocupação, nomeadamente, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos humanos. A HCI começou assim a abarcar mais campos do que a própria ciência da computação. O foco passa não só pela interação individual, mas também organizacional e pela própria sociedade, com preocupações como acessibilidade para idosos, pessoas com deficiência cognitiva e física e para todas as pessoas de uma maneira geral. As aplicações que integram as tecnologias disruptivas que estão a emergir (Sousa e Rocha, 2019) atualmente passam pela gestão organizacional, jogos aplicados à aprendizagem, sistemas de gestão da educação, comércio, aplicações médicas, entre muitos outros.

Internet, tecnologias móveis, inteligência artificial, big data, robótica, nanotecnologia e outras tecnologias disruptivas causam mudanças profundas nas organizações e na sociedade (Brem e Voigt, 2009). A Internet mudou a indústria, os serviços e a sociedade (Gonçalves et al., 2016). Atualmente, a inteligência artificial está a mudar as áreas que exigem uma interação próxima entre o homem e os computadores.

A última geração de robótica, aplicando sistemas de IA, obtém avanços significativos na produtividade e na melhoria do desempenho das máquinas e dos humanos. Por um lado, os robôs têm acesso mais rápido às informações e armazenam grandes quantidades de dados, podendo ser aplicados em todos os setores que trabalham com grandes quantidades de dados e por outro lado, executam tarefas minuciosas e rotineiras com grande exatidão. Um exemplo disso é a sua aplicação à área da medicina, sendo usados para realizar operações de alta precisão, pois são capazes de responder sem emoções e também podem auxiliar no diagnóstico de doenças, pois podem analisar uma enorme quantidade de dados em tempo real (Sousa e Rocha, 2019).

Assim, tem havido uma grande evolução na HCI, conduzindo a mudanças estruturais na sociedade, nas organizações, e na evolução das próprias tecnologias, e fazendo emergir novos negócios digitais.

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 99 artigos, sob a temática dos sistemas e tecnologias de informação, o que corresponde a uma apertadíssima e exigentíssima taxa de aceitação de 9,1%.

2. Estrutura

O primeiro artigo, com o título “Detección de infracciones y matrículas en motocicletas mediante visión artificial, aplicado a Sistemas Inteligentes de Transporte” propõe o desenvolvimento de uma aplicação que, por meio de técnicas de visão artificial, sirva como ferramenta para agentes de trânsito na deteção de três tipos de infrações cometidas por motociclistas: não usar capacete de proteção; circular em áreas proibidas; transporte de embalagens em locais onde não é permitido. O artigo apresenta um estudo de caso na cidade de Valledupar, onde foram tiradas 105 imagens de motociclistas. Os resultados mostram uma precisão de 87,5% na deteção de infrações, mostrando a relevância da aplicação.

O segundo artigo, com o título “Valoración del empleo de Kahoot en la docencia universitaria en base a las consideraciones de los estudiantes” analisa o uso de uma metodologia de ensino gamificado com Kahoot no ensino superior, recorrendo ao smartphone como um recurso pedagógico. Foi realizada uma investigação não experimental descritiva, através da aplicação de um questionário online a uma amostra de 241 alunos. Os resultados obtidos mostram que os alunos valorizam positivamente o uso do Kahoot, principalmente como ferramenta de autoavaliação. No entanto, mostram também que embora os alunos reconheçam que a gamificação aumenta a sua motivação para o estudo, não estão convencidos de que seja mais eficaz do que outras metodologias mais tradicionais.

O terceiro artigo, com o título “Análise do setor de telecomunicação brasileiro: Uma visão sobre Reclamações” propõe uma análise de reclamações publicadas numa plataforma de reclamações online para identificar fatores que contribuam para a tomada de decisão das empresas e, conseqüentemente, melhorar o relacionamento destas com os seus clientes. A principal contribuição deste estudo é fornecer uma abordagem que ajude no

planeamento estratégico da empresa, levando em consideração as situações relatadas pelos consumidores.

O quarto artigo, com o título “Aprendizagem Baseada em Projetos na Disciplina de Interação Humano-Computador” apresenta uma experiência sobre o uso da abordagem de aprendizagem baseada em projetos (PBL) na disciplina de Interação Humano-Computador do curso de Engenharia de Software, da Universidade de Brasília. No segundo semestre de 2019, 63 estudantes participaram desta investigação analisando e avaliando essa abordagem através da aplicação de um questionário. Os resultados mostram que os alunos aprovaram o uso da abordagem PBL nas aulas dessa disciplina.

O quinto artigo, com o título “Nuevos Aportes de las Tecnologías de Información para el Desarrollo de Simulación Distribuida” descreve os fundamentos, modos e abordagens de gestão de tempo usadas em simulações distribuídas, juntamente com as ferramentas de software que melhoram seu desenvolvimento. Também é apresentada uma revisão da literatura para mostrar como esta técnica é aplicada em diferentes domínios.

O sexto artigo, com o título “Uso de Tecnologias Digitais Sociais no Processo Colaborativo de Ensino e Aprendizagem” apresenta uma análise do uso de tecnologias sociais à luz da visão de estudantes universitários de uma disciplina do curso de Engenharia de Software da Universidade de Brasília. Tem como objetivo verificar como é que essas tecnologias contribuem para a aprendizagem nas aulas que recorrem a metodologias ativas. Além das preferências por ferramentas, os dados recolhidos mostram o seu potencial para aprendizagem personalizada e coletiva, para sistematizar o trabalho colaborativo, bem como para apoiar e gerir tarefas para a execução dos projetos propostos.

O sétimo artigo, com o título “Math2Text: Software para geração e conversão de equações matemáticas em texto - limitações e possibilidades de inclusão” tem como objetivo apresentar o Math2Text, um produto que converte equações produzidas numa plataforma gráfica em equações textuais acessíveis, através do formato de “texto lido”, ou seja, uma sequência de texto inequívoco escrita em idioma natural (por exemplo, português), com o objetivo de permitir que alunos com deficiência visual compreendam e interpretem equações para que possam ser resolvidas adequadamente. Na investigação foi utilizada a metodologia UCD (User-centered design). Os autores concluem que o sistema se mostrou bastante eficiente e, como trabalho futuro, pretendem automatizar todo o processo.

O oitavo artigo com o título “MEC vs MCC: Análise do Desempenho de Aplicações Interativas e de Tempo” apresenta um estudo realizado para avaliar o desempenho das arquiteturas MEC (Mobile Edge Computing) e MCC (Mobile Cloud Computing) ao executar dois aplicativos, Fluid e FaceSwap, representativos de aplicativos intensivos em tempo real e computacionais. Um conjunto de cenários foi projetado para quantificar o desempenho dessas arquiteturas em diferentes configurações.

Finalmente, o último artigo, com o título “La irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un reto en la gestión de las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador” tem como objetivo avaliar as competências digitais de professores universitários no Equador durante o ano de 2019-2020 na Universidade Nacional de Educação (UNAE). A investigação é baseada numa

abordagem mista e num projeto de campo descritivo-explicativo, por meio de uma amostra estratificada não probabilística de 37 professores. Os resultados conduziram à conclusão de que a maioria dos professores não utiliza as TICs para a leção devido à falta de formação dos professores.

3. Agradecimentos

Esta introdução termina agradecendo a todos os autores e membros do conselho científico 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 à AISTI, detentora da RISTI, assim como 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

Referências

- Brem, A., & Voigt, K.-I. (2009). *Integration of market-pull and technology-push in the corporate front end and innovation management – insights from the German software industry*. *Technovation*, 29, 351–367.
- Gonçalves, M. J. A., Rocha, Á., & Cota, M. P. (2015). Interoperability Framework for Competences and Learning Outcomes. *Journal of Universal Computer Science*, 21(8), 1042–1060.
- Sousa, M. J., & Rocha, Á. (2019). Skills for disruptive digital business. *Journal of Business Research*, 94, 257–263

Índice / Index

EDITORIAL

- Perspetivas Multidimensionais da Interação Homem-Computadorix
Maria José Sousa, Álvaro Rocha

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

- Detección de infracciones y matrículas en motocicletas,
mediante visión artificial, aplicado a Sistemas Inteligentes de Transporte..... 1
Jesús Valencia, Tomas Ramirez-Guerrero, Leonel Castañeda, Mauricio Toro

- Valoración del empleo de *Kahoot* en la docencia
universitaria en base a las consideraciones de los estudiantes.16
Juan Pablo Hernández-Ramos, M^a Victoria Martín-Cilleros, M^a Cruz Sánchez-Gómez

- Análise do setor de telecomunicação
brasileiro: Uma visão sobre Reclamações.....31
*Gustavo Nogueira de Sousa, Isabelle da Silva Guimarães, Julio Augusto
Nogueira Viana, Olaf Reinhold, Antonio Fernando Lavareda Jacob
Junior, Fábio Manoel França Lobato*

- Aprendizagem Baseada em Projetos na Disciplina de
Interação Humano-Computador 49
André Barros de Sales, Maurício Serrano, Milene Serrano

- Nuevos Aportes de las Tecnologías de Información
para el Desarrollo de Simulación Distribuida65
Juan Leonardo Sarli, María Julia Blas, Silvio Gonnet

- Uso de Tecnologias Digitais Sociais no Processo
Colaborativo de Ensino e Aprendizagem 82
André Barros de Sales, Clodis Boscaroli

- Math2Text: Software para geração e conversão de equações
matemáticas em texto - limitações e possibilidades de inclusão 99
Albino Szesz Junior, Lucas Ribeiro Mendes, Sani de Carvalho Rutz da Silva

- MEC vs MCC: Análise do Desempenho de
Aplicações Interativas e de Tempo Real 116
Micael Soares, Pedro Pinto, Jorge Mamede

- La irrupción de las tecnologías de la información y la
comunicación (TIC), un reto en la gestión de las competencias
digitales de los profesores universitarios en el Ecuador132
*Cejas Martínez Magda Francisca, Lozada Arias Brenda Nohemi,
Urrego Ana Jacqueline, Mendoza Velazco Derling José, Rivas Urrego Gabriela*

Detección de infracciones y matrículas en motocicletas, mediante visión artificial, aplicado a Sistemas Inteligentes de Transporte

Jesús Valencia¹, Tomas Ramirez-Guerrero¹, Leonel Castañeda¹, Mauricio Toro^{1,2}

inv_jvalencia@eafit.edu.co, teramirezg@eafit.edu.co, lcasta@eafit.edu.co, mtorobe@eafit.edu.co

¹ Universidad EAFIT, Escuela de Ingeniería, Grupo de Estudios en Mantenimiento (GEMI), Medellín, Colombia.

² Universidad EAFIT, Escuela de Ingeniería, Grupo I+D+I en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (GIDITIC), Medellín, Colombia.

DOI: 10.17013/risti.37.1-15

Resumen: El funcionamiento incompleto de los sistemas de transporte ha propiciado el incremento del transporte ilegal de pasajeros mediante motocicletas a nivel mundial, causando altos índices de accidentalidad. En las ciudades intermedias de Colombia, el principal método de control aplicado al transporte informal consiste en imponer multas a los infractores identificados por las autoridades de tránsito. Este artículo propone el desarrollo de una aplicación que, mediante técnicas de visión artificial, sirva como herramienta para los oficiales de tránsito en la detección de tres tipos de infracciones cometidas por motociclistas: no usar casco de protección; circular por zonas prohibidas; transportar parrillero en lugares donde no está permitido. Nuestro caso de estudio fue la ciudad de Valledupar, donde se tomaron 105 imágenes de motociclistas mientras conducían. Los resultados muestran una precisión del 87,5% en la detección de infracciones, mostrando la pertinencia de la aplicación como herramienta auxiliar para desincentivar el transporte informal.

Palabras-clave: Transporte público; Detección de objetos; AI; OCR; Aplicaciones móviles.

Detection of infractions and number-plates motorcycles, through artificial vision, in Intelligent Transportation Systems

Abstract: Incomplete operation of transportation systems has led to an increase in illegal passenger transportation, by the means of motorcycles, at worldwide, causing high accident rates. In the intermediate cities of Colombia, the main control method applied to informal transportation is to impose fines to identified offenders by transit authorities. This work proposes the development of an application that, by means of computer vision, serves as a tool for transit officers in the detections of three infringements types committed by motorcyclists: not wearing a helmet; circulate in prohibited areas; transporting passenger in sites where it's not allowed.

Our case study was Valledupar city, where 105 motorcyclists' images were taken while they are driving. Results show an accuracy of 87,5% in infringements detection, showing the relevance of this application as an assistance tool to disincentive informal transportation.

Keywords: Public transportation; Object detection; AI; OCR; Mobile applications.

1. Introducción

La motocicleta se ha convertido en uno de los principales medios de transporte en Tailandia, India, Brasil y Colombia. Para el año 2016, en India fueron vendidas un total de 17.7 millones de motocicletas (Doval, 2017). El *Estudio en Profundidad de Accidentes de Motocicleta*, realizado en cinco países europeos, menciona que en el 68,7% de los incidentes reportados, el uso del casco ha prevenido o reducido el traumatismo craneoencefálico sufrido por el motociclista; por tal razón, en muchos países la legislación hace obligatorio el uso del casco por parte de los conductores de motocicletas (Association des Constructeurs Européens de Motocycles [ACEM], 2009).

Aunque la legislación en diversos países exige el uso obligatorio del casco de seguridad, muchos motociclistas no lo portan. Esto disminuye la seguridad vial, por lo que ha motivado a los investigadores a crear soluciones que ayuden a las autoridades de tránsito a contrarrestar dichas infracciones. En India se realizó una investigación cuyo objetivo fue desarrollar un sistema automatizado para distinguir el porte de cascos en motociclistas e imponer multas a los infractores como lo indica la ley, a fin de brindar una herramienta de apoyo para el departamento de policía (Rohith et al., 2019). En Tailandia se desarrolló un sistema para detectar automáticamente los motociclistas y determinar si están usando cascos de seguridad; el sistema extrae objetos en movimiento y los clasifica como motocicleta u otro tipo de objeto, basado en características tomadas de las imágenes y usando algoritmos de aprendizaje profundo (Waranusast et al., 2013). En Brasil se creó una metodología de visión artificial para detectar motociclistas sin casco mediante una estrategia de dos etapas: la detección de motocicletas y la detección del uso del casco (Silva et al., 2014). Los trabajos anteriores son pertinentes en lugares donde el objetivo es mejorar la vigilancia en las carreteras principales, el uso de casco sea obligatorio, el trabajo de control para el uso reglamentario del casco sea intensivo -como es el caso de Colombia; lugares donde es evidente mejorar la aplicación de las leyes de tránsito, particularmente para infracciones donde no existen métodos de detección automática.

La falta de un sistema de transporte público que preste dicho servicio con factores de calidad tales como cobertura, eficiencia, accesibilidad, y sostenibilidad, es una de las principales causas del auge del transporte informal e ilegal de pasajeros en varias ciudades de Colombia (Ministerio de Transporte, 2018a). Gwilliam (2002) establece que el transporte informal es un servicio de traslado de pasajeros disponible al público, el cual está fuera del sistema regulador tradicional de transporte público. En Colombia, el surgimiento de diversas modalidades de transporte informal se relaciona con la eliminación de rutas de transporte público colectivo, lo cual ocasionó un déficit en cobertura que fue aprovechado por los transportadores informales como oportunidad de mercado para ofrecer sus servicios (Tobón y Galvis, 2009).

El uso de alternativas informales de transporte –en especial las que emplean motocicletas, como el “mototaxismo”– han causado una disminución considerable de la seguridad vial en Colombia. Según cifras de la Agencia Nacional de Seguridad Vial (ANSV), en el año 2018 fallecieron más de tres mil personas en accidentes de tránsito que involucraron motocicletas; de acuerdo con esto, el Ministerio de Transporte afirma que existe una correlación trágica entre la ilegalidad y la siniestralidad vial (Observatorio Nacional de Seguridad Vial, 2019).

El método principal para contrarrestar el transporte informal empleado por las autoridades de tránsito locales y nacionales consiste en la imposición de multas por infracciones relacionadas con esta actividad, tales como: no usar el casco y los elementos de protección; circular por zonas prohibidas y durante días restringidos; transportar parrillero en ciudades donde no está permitido. Dicho método de control a los motociclistas que ejercen transporte informal es ineficiente; esto se debe a la poca fuerza policial presente en los municipios donde tiene más arraigo este problema, a lo cual se suma las limitaciones propias de los sentidos humanos.

Las medidas restrictivas son establecidas, en primer lugar, por los mandatarios locales de cada municipio, ya que estas sirven como base a los oficiales de tránsito para ejercer control vial. Tal como es el caso de la ciudad de Valledupar, Colombia, donde la alcaldía municipal decretó medidas de control como las siguientes: restringir la circulación de motocicletas en los días hábiles de la semana, dentro de la zona céntrica de la ciudad; restringir la circulación de todo tipo de motocicletas el día miércoles de cada semana, en todo el perímetro urbano, entre las 08:00 y las 18:00 horas; prohibir el transporte de parrillero en motocicleta, en toda la ciudad, el día sábado de cada semana, entre las 07:00 y las 19:00; reglamentar el uso obligatorio del casco tanto para el conductor como el parrillero (Alcaldía de Valledupar, 2018). Estas disposiciones, que son permitidas en otras ciudades, son convertidas en infracciones sancionables para el control del transporte informal.

Por lo tanto, la hipótesis de este artículo es la siguiente: usando una aplicación móvil ¿es posible detectar el número de matrícula y las infracciones de tránsito hechas por los conductores de motocicletas, manteniendo un alto nivel de precisión y exactitud? El sistema propuesto en este trabajo sirve como herramienta de apoyo para los oficiales de tránsito encargados del monitoreo de las motocicletas en la ciudad. La aplicación permite capturar en flagrancia a los infractores, de forma automática, que circulen por un puesto de control ubicado por los oficiales de tránsito. Esto es posible gracias al uso de modelos entrenados de aprendizaje automático y visión artificial, los cuales fueron adaptados para la detección de tres tipos de infracciones: no usar el casco de protección; circular en zonas y durante días prohibidos; circular con parrillero cuando la normatividad municipal no lo permite. Es de resaltar que los resultados obtenidos son la continuación del trabajo *Automatic detection of number-plate and traffic infractions of motorcyclists by Intelligent Transportation Systems* (Valencia et al., 2019); en esta nueva versión, se obtuvieron mejoras importantes gracias a la implementación del algoritmo de visión artificial You Only Look Once (YOLO), que nos permitió mejorar significativamente la precisión y exactitud de las detecciones tanto de parrilleros como de motociclistas sin casco.

2. Sistemas inteligentes de transporte

Los Sistemas Inteligentes de Transporte (en inglés, ITS) corresponden a la aplicación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) para la gestión de los sistemas de transporte convencionales, utilizando mejoras tecnológicas destinadas a optimizar la seguridad, eficiencia, accesibilidad y sostenibilidad del transporte público, sin aumentar la infraestructura existente (Mfenjou et al., 2018). El Ministerio de Transporte (2015) establece que un sistema inteligente de transporte es la combinación de distintas áreas de la ingeniería, tal como: transporte, sistemas, financiera, ambiental, telecomunicaciones, entre otras; en búsqueda de mejorar la eficiencia en el transporte, la mitigación de los impactos ambientales, y salvaguardar la vida humana a través de la seguridad vial.

La inserción de tecnología de punta en el sector transporte se ha afianzado como una de las estrategias más frecuentes utilizada en ciudades como Londres, Barcelona, Nueva York, y Singapur, con el fin de mejorar la movilidad y la seguridad vial de sus pobladores; gracias a los Centros de Gestión de Tráfico (en inglés, TMC) adoptados por estas ciudades, se han relegado los grandes proyectos de infraestructura vial, propios del siglo anterior. Por ello, los ITS pueden asistir a las poblaciones en desarrollo, sirviendo de ayuda para lograr los objetivos deseados en el crecimiento de las mismas (Peláez Valencia, 2016).

2.1. Tecnologías en los sistemas inteligentes de transporte

En cuanto a la parte tecnológica, los ITS incorporan un amplio rango de ayuda al usuario, que van desde una simple información de alerta desde un teléfono móvil hasta sistemas sofisticados de control de tránsito (Asociación mundial de la carretera [PIARC], 2016; Sadek, 2016). Para lograrlo, utilizan un amplio grupo de tecnologías disponibles, como las siguientes: tecnologías de procesamiento, gestión y archivo de datos (sistemas de gestión de datos archivados); tecnologías de detección (detectores de tránsito, identificación automática vehicular, detección de velocidad, sensores medioambientales); tecnologías de comunicación (arquitectura de comunicaciones); tecnologías de difusión de la información (carteles de mensajes dinámicos); tecnologías de posicionamiento y localización referencial (sistemas de posicionamiento global); tecnologías de control vehicular y control del tránsito (centros de gestión de tráfico).

3. Detección automática de matrículas en vehículos

Desde los primeros años del siglo XX, ha existido un interés creciente en el desarrollo de mecanismos para la seguridad; tecnologías como la identificación biométrica (por ejemplo, usando voz, cara o firma) aparecen como una opción a las huellas digitales. El reconocimiento automático de matrículas (en inglés, ANPR) ha sido estudiado desde 1976 por la policía del Reino Unido (Nguyen et al., 2014). En la totalidad de ciudades del mundo, han ocurrido problemas con el tráfico, accidentes de tránsito, y conductores que rompen la ley; esta clase de problemas ha llevado a la creación de herramientas de identificación y seguimiento para vehículos, y su aplicación se ha extendido a la identificación de vehículos robados (Espinoza y Salinas, 2015).

El control de vehículos usando sistemas de identificación de matrículas se destaca entre las nuevas tecnologías por su amplia gama de aplicaciones; recientemente ha mejorado la eficiencia de los mismos gracias al uso de cámaras infrarrojas y algoritmos refinados. En el 2003, en Londres se implementó un programa gubernamental para reducir el tráfico en el centro de la ciudad; para lograrlo, se instaló un sistema de reconocimiento de matrículas que identifica los vehículos que ingresan a la zona céntrica y comprueba en la base de datos si han pagado previamente el impuesto estipulado para transitar por la zona antes mencionada, imponiendo una orden de cobro a los infractores detectados. Aunque inicialmente fue una medida temporal, las autoridades británicas decidieron establecerla de forma permanente y extenderla por todo el Reino Unido (Toledo Muñoz, 2005).

4. Detección de objetos y personas utilizando visión artificial

Los avances relevantes en la inteligencia artificial han sido posible gracias al desarrollo del aprendizaje automático, que es el uso de algoritmos para el análisis de datos, aprender de estos y luego hacer predicciones sobre algo en el mundo observable (Manrique et al, 2019). Por ello, el uso de clasificadores de imágenes diseñados usando aprendizaje automático supervisado puede resolver el problema de la detección de objetos (Benalcázar, 2019).

El proceso para el reconocimiento automático de objetos inicia con la adquisición de la imagen de una escena en tres dimensiones; a continuación, esta imagen se procesa para mejorar su calidad y eliminar posibles imperfecciones; el siguiente paso consiste en separar el objeto de interés del fondo, seguido de la extracción de las características que describen al objeto (color, textura y geometría); finalmente, se comparan dichas características con las de otros objetos ubicados en la base de conocimiento, y de esa forma determinar el tipo de objeto (García Santillán, 2008).

Las características más empleadas en el campo de la visión por computadora son: la transformada de Hough; los patrones binarios locales (en inglés, LBP); el histograma de gradientes orientados (en inglés, HOG); y la transformación de la característica invariante de escala (en inglés, SIFT) (Dalal y Triggs, 2005). Chiverton (2012) realizó el primer sistema automatizado propuesto y probado para la detección de motociclistas que conducían sin casco; este sistema utiliza un clasificador *support vector machine* (SVM), entrenado en características derivadas de datos de imagen cerca de la región principal de los motociclistas. Las características seleccionadas capturan la forma y la propiedad reflectante de los cascos, donde la mitad superior de la superficie es más brillante que la mitad inferior. El sistema también tiene en cuenta la forma de arco circular del casco, para lo cual usa una técnica de detección basada en la transformada de Hough desarrollada por Pei y Horng (1995).

Sin embargo, este enfoque conduce a una gran cantidad de errores de clasificación, ya que algunos objetos parecidos a los cascos se clasifican como tal, mientras algunos cascos que son diferentes no son clasificados. Otra limitación es la no identificación primaria de los motociclistas en el cuadro, lo cual debe hacerse ya que el casco solo es relevante en el caso de los motociclistas.

Para superar el problema de la clasificación errónea, crearon un sistema que identifica, en primer lugar, a los motociclistas en el cuadro empleando un clasificador SVM entrenado en características extraídas por el descriptor LBP. Luego, la clasificación del casco se realiza utilizando SVM en las características extraídas por un descriptor híbrido, que se crea mediante la combinación de la transformada circular de Hough, y los descriptores HOG y LBP (Silva et al., 2013).

5. Materiales y métodos

En este trabajo, se adoptó la versión actualizada de la metodología de investigación científica de diseño en sistemas de información (Vaishnavi et al., 2004), compuesta por las siguientes fases: conocimiento del problema; sugerencia; desarrollo; y evaluación.

5.1. Conocimiento del problema

Mediante la revisión de literatura se evidenció el problema creciente que está generando el transporte informal, específicamente fenómenos como el “mototaxismo”, en Colombia. Por otra parte, encontramos la insuficiencia económica existente para implementar por completo la normativa de los Sistemas Estratégicos de Transporte Público (SETP), los cuales fueron reglamentados hace 10 años, pero muchas de las ciudades intermedias colombianas no han adoptado debido a los altos costos que conlleva (Ramirez et al, 2019).

5.2. Sugerencia

Se estudiaron diferentes alternativas de diseños para satisfacer la necesidad encontrada, manteniendo costos de implementación bajos y cumpliendo la normativa colombiana, la cual indica que no está permitido el uso de vehículos en movimiento como herramientas para foto-detección (Ministerio de Transporte, 2018b). La Tabla 1 muestra el cumplimiento de requerimientos para dos tipos de herramientas estudiados (fijos y móviles), basados en la legislación colombiana.

Tipo de herramienta	Requerimientos				
	Criterios técnicos	Mecanismos de calibración	Set de pruebas de software	Autorización del ministerio de transporte	Señalización 500 metros antes
Fija	X	X	X	X	X
Móvil	✓	✓	✓	✓	✓

Tabla 1 – Cumplimiento de los requerimientos normativos exigidos por la ley colombiana por herramienta de detección automática

Se diseñó el sistema presentado en este trabajo, usando la cámara de un teléfono móvil ubicado sobre un trípode y una aplicación, como herramienta para el monitoreo de las infracciones cometidas por los motociclistas en puntos estratégicos de la ciudad, donde

se ubican los oficiales de tránsito. Acorde con la reglamentación, los oficiales pueden usar este tipo de herramientas tecnológicas para detectar infracciones, encontrando ejemplos como los detectores de velocidad y el alcoholímetro.

5.3. Desarrollo

La aplicación móvil fue desarrollada con herramientas de desarrollo libres; se usó OpenCV, una librería de visión por computador, para el procesamiento de la imagen y la localización del área de la matrícula. También se usó Tesseract, una librería de reconocimiento óptico de caracteres (en inglés, OCR), para reconocer los caracteres de las matrículas. La Figura 1 ilustra el diseño conceptual planteado para el sistema.

En una versión preliminar a este trabajo, para la detección de casco y pasajeros se usó exclusivamente la función *imfindcircles* en MATLAB (Valencia et al., 2019); esta función usa la transformada circular de Hough para detectar círculos analizando las imágenes. Para esto se calibraron los parámetros de sensibilidad y luminosidad con el fin de lograr detectar los cascos en los motociclistas.

Ahora, con el fin de mejorar la precisión y exactitud en la detección de cascos y parrilleros, se usó el algoritmo de inteligencia artificial entrenado para la detección de objetos, YOLO. Posteriormente, procedemos a comparar los resultados obtenidos en la detección de casco con los resultados obtenidos realizando la misma tarea con la transformada circular de Hough.

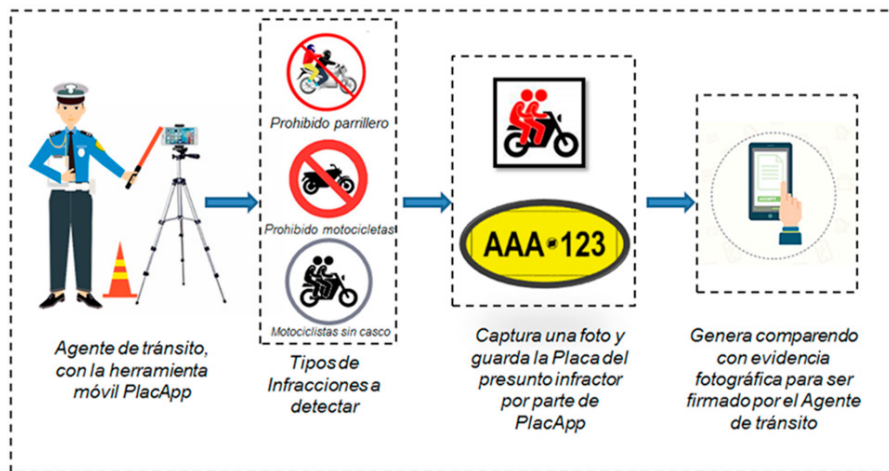


Figura 1 – Diseño del sistema automático de detección compuesto por un teléfono móvil, aplicación móvil, batería portátil para teléfono móvil y trípode para teléfono móvil

5.4. Características de la prueba

Las pruebas experimentales del sistema se realizaron en la ciudad de Valledupar, Colombia (latitud 10.474621, longitud -73.248559), entre 11:00 am y 12:00 m con clima

despejado; a causa de la autonomía energética del equipo empleado, las pruebas tuvieron una duración total de una hora. Se utilizó un teléfono móvil de referencia Motorola Moto G4, el cual posee una cámara de 13 megapíxeles; este dispositivo fue instalado en un trípode de 70 cm de altura. El equipo fue ubicado en la calle 17 con carrera 9ª, una intersección semafórica de alto flujo vehicular en la principal zona comercial de la ciudad, con el fin de capturar la mayor cantidad de imágenes posibles. Se tomaron 105 imágenes de motociclistas mientras conducían a velocidades entre 20 y 50 km/h. El sistema permite una buena visibilidad tanto de las matrículas como de las personas que van en las motocicletas. La Figura 2 muestra la detección y reconocimiento de una matrícula a través de la aplicación móvil; en este caso, los caracteres de la matrícula fueron reconocidos de forma correcta.

Validación experimental

Con el fin de validar el prototipo desarrollado durante este trabajo, uno de los investigadores evaluó cada una de las imágenes capturadas en la prueba mediante una verificación visual para identificar sus características reales y las posibles infracciones presentes en estas. Empleando las Ecuaciones 1 y 2 (Kulkarni et al., 2018) se calcularon los porcentajes de exactitud y precisión de las pruebas realizadas; en estas ecuaciones, p es el número de muestras clasificadas correctamente, q es el número de muestras clasificadas incorrectamente, y N es el número total de muestras.

$$Exactitud = \frac{p}{N} \tag{1}$$

$$Precisión = \frac{p}{N + q} \tag{2}$$



Figura 2 – (a) Matrícula sin reconocimiento;
(b) Reconocimiento de matrícula hecho por la aplicación móvil

Para concluir esta investigación, consideraremos el problema en contexto con los aspectos socioculturales colombianos, la legislación nacional, la hipótesis planteada, los resultados y la evaluación de la solución desarrollada. En Universidad EAFIT (s. f.) se puede acceder al repositorio con reportes técnicos, ponencias, e información detallada de este trabajo.

6. Resultados

Durante las pruebas realizadas en la ciudad de Valledupar se detectaron 40 matrículas de motocicletas. La exactitud fue de 85,5%, y la precisión del 77,7%. El prototipo no pudo reconocer 5 de las 40 matrículas capturadas durante las pruebas; este error es causado por factores ambientales (sobreexposición a la luz) o por la posición de la matrícula, ya que su ángulo –respecto a la cámara del móvil– no es el ideal para la correcta detección. La Figura 3 muestra dos ejemplos relacionados con estos casos.

Con la implementación de YOLO y la integración de la transformada circular de Hough en las pruebas, se analizaron 65 imágenes para identificar la presencia de cascos y parrillero, donde se obtuvo una precisión del 58% y una exactitud del 73,1% en la detección de cascos; en el caso de detección de parrilleros, se obtuvo una precisión y exactitud de 87,5% y 77,7% respectivamente. Las Figuras 4 y 5 son un ejemplo de los avances logrados.



Figura 3 – (a) Matrícula con un ángulo que no permite el reconocimiento;
(b) Matrícula con sobreexposición a la luz

Una de las pruebas que se hizo fue usar la transformada de Hough para la detección del casco en una imagen donde previamente se había realizado la detección de pasajero con YOLO, para comprobar si delimitando el área de la imagen se reduce el error en la detección del casco. Las Tablas 2 y 3 corresponden a las matrices de confusión de los problemas de detección de cascos y parrilleros usando la transformada circular de Hough. Del mismo modo, las Tablas 4 y 5 corresponden a las matrices de confusión para los dos casos mencionados usando YOLO.

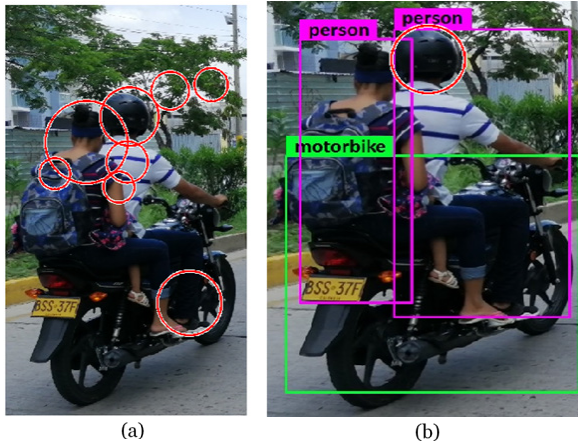


Figura 4 – (a) Detección de casco con la transformada circular de Hough; (b) Detección de casco con YOLO y la transformada circular de Hough

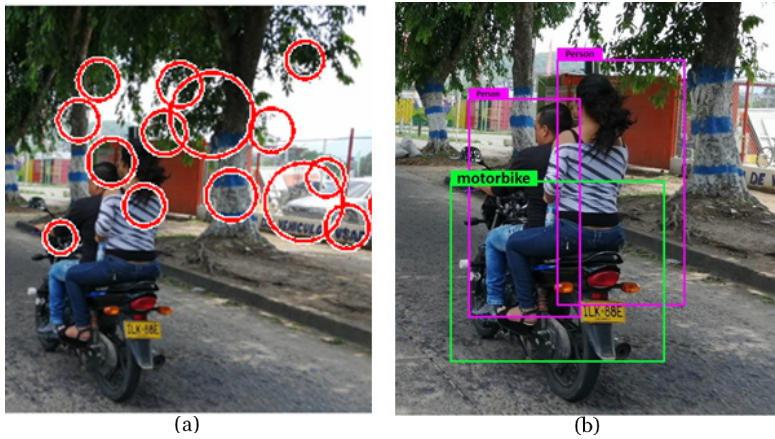


Figura 5 – (a) Detección de parrillero con la transformada circular de Hough; (b) Detección de parrillero con YOLO

		Valor predicho	
		Con casco	Sin casco
Valor real	Con casco	32	8
	Sin casco	15	10

Tabla 2 – Matriz de confusión para detección de casco con la transformada circular de Hough

		Valor predicho	
		Con parrillero	Sin parrillero
Valor real	Con parrillero	9	11
	Sin parrillero	1	19

Tabla 3 – Matriz de confusión para detección de parrillero con la transformada circular de Hough

		Valor predicho	
		Con casco	Sin casco
Valor real	Con casco	34	6
	Sin casco	11	14

Tabla 4 – Matriz de confusión para detección de casco con YOLO y la transformada circular de Hough

		Valor predicho	
		Con parrillero	Sin parrillero
Valor real	Con parrillero	16	4
	Sin parrillero	1	19

Tabla 5 – Matriz de confusión para detección de parrillero con YOLO

7. Conclusiones

Las autoridades municipales de las ciudades intermedias en Colombia tienen un gran interés en incrementar la seguridad vial; en particular, buscan reducir los accidentes de tránsito causados por motocicletas, ya que se ha demostrado que este medio de transporte tiene un alto índice de accidentalidad. Con este trabajo, proponemos un nuevo sistema para monitorear y controlar el transporte ilegal con motocicletas, el cual que está altamente relacionado con accidentes viales.

A través de las pruebas realizadas, confirmamos la hipótesis inicial: usando una aplicación móvil, logramos reconocer las matrículas de motocicletas, y empleando la transformada circular de Hough en MATLAB se logró detectar cuando los motociclistas portaban el casco. La precisión fue del 77% y la exactitud fue del 85,5% para el caso de reconocimiento de matrículas.

La precisión para detectar el casco y el parrillero haciendo uso exclusivo de la transformada circular de Hough fue del 53% y el 67%, respectivamente; cuando se implementó YOLO junto con la transformada circular de Hough, tanto la precisión como la exactitud aumentaron a 67,9% y 80%, demostrando que si es posible mejorar el sistema de detección –con base en estos parámetros– gracias a los algoritmos de inteligencia artificial entrenados para la detección de objetos.

Las limitaciones encontradas en el prototipo desarrollado se presentan cuando hay presencia de luz solar en exceso, en cuyo caso las matrículas de las motocicletas quedan sobreexpuestas en las fotos. Otra limitación es que el sistema no está diseñado para trabajar 24 horas, 7 días a la semana. Para mejorarlo, se requiere de hardware especializado.

El ideal es implementar los algoritmos de inteligencia artificial en la aplicación móvil de forma directa, con el fin de evitar el uso de MATLAB en una siguiente versión. Como trabajo futuro, proponemos entrenar los algoritmos de detección automática de matrículas para mejorar su precisión, además de crear un clasificador usando YOLO para la detección de cascos, en busca de entrenar el algoritmo para que logre identificarlos y así optimizar el método de detección por medio de circunferencias.

Agradecimientos

Este estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación – MINCIENCIAS, Colombia (Concesión No. 111572553478) en el marco del programa Jóvenes Investigadores e Innovadores (Contrato No. FP44842-301-2018). Los autores extienden su agradecimiento a la Vicerrectoría de Descubrimiento y Creación de la Universidad EAFIT, y a la Gobernación del Cesar.

Referencias

- Alcaldía de Valledupar. (2018, 29 de mayo). *Decreto 558 de 2018 “Por medio del cual se adopta medidas tendientes a reglamentar el transporte en motocicletas, se promueve la seguridad vial y se dictan otras disposiciones”*.
- Asociación mundial de la carretera. (2016). *Manual Explotación de la Red Vial & Sistemas Inteligentes de Transporte: Guía para profesionales*. Retrieved from: <https://rno-its.piarc.org/es>
- Association des Constructeurs Européens de Motocycles. (2009). *MAIDS: In-depth investigations of accidents involving powered two wheelers- Final Report 2.0*. Retrieved from: <http://www.maids-study.eu/pdf/MAIDS2.pdf>
- Benalcázar, M. E. (2019). Machine Learning for Computer Vision: a review of Theory and Algorithms. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E19), 608-618. Retrieved from: <http://www.risti.xyz/issues/ristie19.pdf>
- Chiverton, J. (2012). Helmet presence classification with motorcycle detection and tracking. *IET Intelligent Transport Systems*, 6(3), 259-269. DOI: <https://doi.org/10.1049/iet-its.2011.0138>
- Dalal, N., & Triggs, B. (2005). Histograms of oriented gradients for human detection. En *2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR'05)*, (pp. 886–893). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2005.177>

- Doval, P. (2017, 7 de mayo). India is now the world's biggest two-wheeler market. The Times of India. *Retrieved from*: <https://timesofindia.indiatimes.com/auto/bikes/india-is-now-worlds-biggest-2-wheeler-market/articleshow/58555735.cms>
- Espinoza, D., & Salinas, C. (2015). *Desarrollo de un Sistema de Reconocimiento de Placas Vehiculares* (tesis de pregrado, Universidad del Azuay). Repositorio Institucional Universidad del Azuay. *Retrieved from*: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5047>
- García Santillán, E. (2008). Detección y clasificación de objetos dentro de un salón de clases empleando técnicas de procesamiento digital de imágenes (tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana). Repositorio Institucional UAM. *Retrieved from*: http://newton.azc.uam.mx/mcc/01_esp/11_tesis/tesis/terminada/080513_garcia_santillan_elias.pdf
- Gwilliam, K. M. (2002). *Cities on the move: a World Bank urban transport strategy review*. World Bank Group. *Retrieved from*: <http://documents.worldbank.org/curated/en/928301468762905413/Cities-on-the-Move-A-World-Bank-Urban-Transport-Strategy-Review>
- Kulkarni, Y., Kamthe, A., Bodkhe, S., & Patil, A. (2018). Automatic Number Plate Recognition for Motorcyclists Riding Without Helmet. En *2018 International Conference on Current Trends towards Converging Technologies (ICCTCT)*. (pp. 1-6). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCTCT.2018.8551001>
- Manrique, R., Amézquita, N., & Carreño, J. P. (2019). Oportunidades y desafíos en la aplicación de Inteligencia Artificial a procesos de Validación Marcaria. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E24), 221-233. *Retrieved from*: <http://www.risti.xyz/issues/ristie24.pdf>
- Mfenjou, M. L., Abba Ari, A. A., Abdou, W., Spies, F., & Kolyang. (2018). Methodology and trends for an intelligent transport system in developing countries. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, 19, 96-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2018.08.002>
- Ministerio de Transporte. (2015, octubre 22). *Decreto 2060 de 2015 “Por el cual se adiciona el Decreto 1079 de 2015 y se reglamenta el artículo 84 de la Ley 1450 de 2011”*.
- Ministerio de Transporte. (2018). *Unidad de movilidad urbana sostenible: Informe Ejecutivo 2010-2018*. *Retrieved from*: <https://www.mintransporte.gov.co/descargar.php?id=6698>
- Ministerio de Transporte. (2018, 22 de marzo). *Resolución 718 de 2018 “Por la cual se reglamentan los criterios técnicos para la instalación y operación de medios técnicos o tecnológicos para la detección de presuntas infracciones al tránsito y se dictan otras disposiciones”*.

- Nguyen, T., Nguyen, D., & Nguyen, P. (2014). UIT-ANPR: Toward an open framework for automatic number plate recognition on smartphones. En *Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC'14)*. (pp. 1-5). Association for Computing Machinery. DOI: <https://doi.org/10.1145/2557977.2558037>
- Observatorio Nacional de Seguridad Vial. (2019). *Cifras definitivas enero - diciembre 2018: Reporte Diciembre de 2018*. Retrieved from: <https://ansv.gov.co/observatorio/index4b78.html?op=Contenidos&sec=59>
- Pei, S. C., & Horng, J. H. (1995). Circular arc detection based on Hough transform. *Pattern Recognition Letters*, 16(6), 615–625. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-8655\(95\)80007-G](https://doi.org/10.1016/0167-8655(95)80007-G)
- Peláez Valencia, A. M. (2016). Modelo de cuantificación económica para implementación de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) en Medellín (tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). Repositorio Institucional UN. Retrieved from: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/57742>
- Ramirez, T., Castañeda, L., & Toro, M. (2019). Sistema inteligente para transporte público tipo SETP. En A. M. Vélez-Pereira y D. Toro González (Eds.), *XIII Congreso Colombiano de Transporte y Tránsito: Movilizando el futuro de Colombia* (p. 57). Universidad Tecnológica de Bolívar.
- Rohith, C. A., Nair, S. A., Nair, P. S., Alphonsa, S., & John, N. P. (2019). An efficient helmet detection for MVD using deep learning. En *2019 3rd International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICOEI)*, (pp. 282–286). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/icoei.2019.8862543>
- Sadek, A. (2016). *Tecnologías ITS*. PIARC. Retrieved from: <https://rno-its.piarc.org/es/conceptos-basicos-its/tecnologias-its>
- Silva, R., Aires, K., & Veras, R. (2014). Helmet Detection on Motorcyclists Using Image Descriptors and Classifiers. En *2014 27th SIBGRAPI Conference on Graphics, Patterns and Images*, (pp. 141–148). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIBGRAPI.2014.28>
- Silva, R., Aires, K., Santos, T., Abdala, K., Veras, R., & Soares, A. (2013). Automatic detection of motorcyclists without helmet. En *2013 XXXIX Latin American Computing Conference (CLEI)*. (pp. 1-7). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/CLEI.2013.6670613>
- Tobón, A., & Galvis, D. (2009). Análisis sobre la evolución reciente del sector de transporte en Colombia. *Perfil de coyuntura económica*, (13), 147-163. Retrieved from: <http://hdl.handle.net/10495/6754>
- Toledo Muñoz, L. E. (2005). Reconocimiento automático de matrículas de automóvil [tesis de maestría, Centro de Investigadores en Óptica]. Repositorio Institucional CIO. Retrieved from: <https://biblioteca.cio.mx/tesis/10857.pdf>

- Universidad EAFIT (s. f.) Plataforma inteligente para sistemas estratégicos de transporte público (SETP). Consultado el 25 de mayo de 2020. *Retrieved from:* <http://www.eafit.edu.co/investigacion/grupos/gemi/proyectos/Paginas/plataforma-inteligente-para-sistemas-estrategicos-de-transporte-publico-setp.aspx>
- Vaishnavi, V., Kuechler, B., & Petter, S. (2004). *Design Science Research in Information Systems*. Última actualización: 30 de junio de 2019. *Retrieved from:* <http://www.desrist.org/design-research-in-information-systems/>
- Valencia, J. F., Ramirez-Guerrero, T., Castañeda, L. F., & Toro, M. (2019). *Automatic detection of number-plate and traffic infractions of motorcyclists by Intelligent Transportation Systems* (manuscrito presentado para publicación). Escuela de Ingeniería, Universidad EAFIT.
- Waranusast, R., Bundon, N., Timtong, V., Tangnoi, C., & Pattanathaburt, P. (2013). Machine vision techniques for motorcycle safety helmet detection. En *2013 28th International Conference on Image and Vision Computing New Zealand (IVCNZ 2013)*. (pp. 35–40). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/IVCNZ.2013.6726989>

Valoración del empleo de *Kahoot* en la docencia universitaria en base a las consideraciones de los estudiantes

Juan Pablo Hernández-Ramos¹, M^a Victoria Martín-Cilleros¹, M^a Cruz Sánchez-Gómez¹

juanpablo@usal.es, viquimc@usal.es, mcsago@usal.es

¹ Departamento de Didáctica, Organización y Métodos de Investigación, Universidad de Salamanca, Salamanca, España.

DOI: [10.17013/risti.37.16-30](https://doi.org/10.17013/risti.37.16-30)

Resumen: El presente estudio, a partir de la opinión de los estudiantes de las diferentes titulaciones del ámbito de la Educación, valora el empleo de una metodología docente gamificada con *Kahoot* en la enseñanza universitaria, donde el *smartphone* se convierte en un recurso educativo. Para ello, se lleva a cabo una investigación no experimental de carácter descriptivo, aplicando un cuestionario electrónico a una muestra de 241 estudiantes de Educación Primaria (69), Educación Infantil (78), Pedagogía (73) y Educación Social (29). Los resultados obtenidos muestran como los alumnos valoran positivamente el empleo de *Kahoot*, sobre todo como herramienta de autoevaluación. Además evidencian que les satisface su uso formativo y que, como futuros docentes, la emplearían. Sin embargo, a pesar de que reconocen que la metodología gamificada aumenta su motivación por la materia, no están convencidos de que sea más efectiva que otras metodologías tradicionales.

Palabras-clave: educación superior; maestros en formación inicial; gamificación; motivación.

Assessment of Kahoot's employment in university teaching based on student considerations

Abstract: The present study, based on the opinion of the students of the different degrees in the field of Education, evaluates the use of a teaching methodology gamified with *Kahoot* in higher education, where the smartphone becomes an educational resource. To this end, a non-experimental research of a descriptive nature is carried out, applying an electronic questionnaire to a sample of 241 students in Primary Education degree (69), Pre-school Education degree (78), Pedagogy degree (73) and Social Education degree (29). The results obtained show how the student's value positively the use of *Kahoot*, above all as a self-evaluation tool. They also show that they are satisfied with its educational use and that, as future teachers, they would use it. However, although they recognize that the gamma

methodology increases their motivation for the subject, they are not convinced that it is more effective than other traditional methodologies.

Keywords: higher education; teachers in training; gamification; motivation.

1. Introducción

En la actualidad, en la enseñanza superior se está desarrollando un nuevo contexto formativo centrado en el aprendizaje: en los alumnos; y se abandonan metodologías tradicionales centradas en la enseñanza: en los docentes. Además, siendo conscientes de la llegada de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a todos los ámbitos de la sociedad, el profesorado universitario cuenta con un nuevo aliado. En base a estos dos factores, en el ámbito educativo en general, y en la docencia universitaria en particular, existe cierto grado de incertidumbre entre los docentes en busca de metodologías y recursos que faciliten centrar los procesos de enseñanza en sus estudiantes y en el desarrollo de competencias (Sánchez-Gómez et al., 2019).

Los ordenadores conectados al proyector, el acceso a internet, el *smartphone*, las tabletas y los portátiles de los estudiantes son recursos cotidianos que pueden utilizarse para mejorar la interacción entre el profesor y los estudiantes, así como para aumentar la motivación, el compromiso y el aprendizaje de los estudiantes (Bicen & Kocakoyun, 2018; Hunsu et al., 2016; Lin et al., 2018; Soto, 2018; Wang, 2015; Zarzycka-Piskorz, 2016). En lo referente al teléfono móvil, el recurso central de esta investigación, en los últimos 20 años, desde su irrupción hasta la actualidad en que se ha convertido en “inteligente”, infinidad de profesores han mostrado interés por el funcionamiento de recursos tecnológicos centrados en la respuesta de colectivos, surgiendo los denominados *clickers* (Perera & Hervás, 2019). En el presente, los recursos que permiten que el docente reciba de forma instantánea la respuesta de sus estudiantes son abundantes y se pueden encontrar bajo infinidad de denominaciones. En la literatura científica anglosajona es fácil encontrarse infinidad de términos para agrupar recursos similares: *audience response system* (ARS), *personal response system* (PRS), *student response system* (SRS), *electronic voting system* (EVS) o *classroom response system* (CRS) (Batsila & Tsihouridis, 2018; Cubric & Jefferies, 2015; Lucke et al., 2013; Perera & Hervás, 2019; Stowell, 2015), siendo este último, al ser el más común en la revisión bibliográfica realizada por los autores, el que se empleará a lo largo del presente estudio.

El empleo de sistemas CRS permite a los docentes formular preguntas a los estudiantes y que éstos respondan a las mismas, obteniendo la respuesta de manera inmediata y pudiendo ofrecer un feedback a sus alumnos. Diversos estudios (Debusse & Lawley, 2016; Perera & Hervás, 2019) coinciden en destacar la instantaneidad como una de las principales fortalezas para su empleo en la docencia. Sin embargo, como destacan Perera y Hervás (2019), las diferentes orientaciones pedagógicas de los docentes afectan a sus métodos de enseñanza, especialmente a su forma de integrar la tecnología en el aula y a sus patrones de interacción con los estudiantes. Por ello, el interés de los profesionales de la educación por emplear CRS con una finalidad formativa, conlleva el desarrollo de nuevas metodologías, pues lo importante no es el recurso en sí, sino la utilidad pedagógica de la que se beneficia el docente (Hernández-Ramos & Torrijos, 2019).

Los resultados reflejados en esta investigación, forman parte de un proyecto de innovación docente de la Universidad de Salamanca, concretamente del proyecto *Gamificación en la Universidad: diseño, desarrollo y evaluación del empleo de Kahoot en el aula* (ID2017/113), que se centra en el empleo del *smartphone* con fines formativos, en las diferentes asignaturas de los grados del campo de la educación: grado en Educación Primaria, grado en Educación Infantil, grado en Pedagogía y grado en Educación Social. Todo ello con un matiz lúdico que acerca la gamificación al aula universitaria. Este estudio, concretamente se centra en conocer y valorar la opinión de dichos estudiantes, sobre el empleo de *Kahoot* como herramienta CRS que permite al docente desarrollar una metodología gamificada, siendo todo posible asumiendo una consideración favorable hacia el empleo del *smartphone* en el aula. En la Universidad de Salamanca, como en el resto de las universidades europeas, un docente puede afirmar con un pequeño margen de error, que todos sus estudiantes disponen de *smartphone*. Este hecho en ocasiones suele tacharse como negativo (Mejía, 2019), sin embargo, cada vez son más los estudios que muestran como puede convertirse en un aliado (Awedh et al., 2015; Hernández-Ramos et al., 2018; Rodríguez-Fernández, 2017; Seco & Cardoso, 2015).

2. Gamificación en la universidad con Kahoot

La consolidación de las diferentes titulaciones universitarias bajo los criterios de convergencia estipulados por el Plan Bolonia conlleva que el profesorado universitario esté desarrollando constantemente investigaciones en beneficio de la calidad educativa. Concretamente, se pretende valorar una metodología docente gamificada, basada en el empleo de *Kahoot* en la docencia universitaria.

En la actualidad es fácil encontrarnos con infinidad de estudios que fomentan el aprendizaje activo del estudiante universitario valiéndose de recursos tecnológicos que permiten modificar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes mediante la incorporación de interfaces interactivas lúdicas (Artal et al., 2017; Barreras, 2016; Corchuelo, 2018; Dervan, 2014; Hernández-Ramos et al., 2018; Lin et al., 2018; Orhan & Gürsoy, 2019; Pettit et al., 2015; Soto, 2018; Stowell, 2015). *Kahoot*, es un recurso educativo popular entre docentes por su sencillo uso (Rodríguez-Fernández, 2017), que permite crear en el aula un CRS, obteniendo feedback instantáneo de cada respuesta, tanto docentes como discentes. Las preguntas se proyectan en el aula y el estudiante, gracias al empleo de un recurso tecnológico (*smartphone*, *tablet* u ordenador personal), responde a las mismas ajustándose al tiempo marcado previamente. La herramienta permite que el encargado de la preparación de las cuestiones pueda haber sido el propio docente u otros estudiantes. Al concluir el tiempo para responder o al haber respondido todos los participantes, se muestra la respuesta acertada y el docente tiene tiempo para explicar la respuesta. Ciertos estudios, como los realizados por Debuse y Lawley (2016) o Seah (2020) entre otros, destacan la importancia de ese momento para ofrecer un feedback como una de las potencialidades pedagógicas de *Kahoot*.

El empleo de recursos educativos interactivos para establecer un CRS en la docencia universitaria ha sido analizando previamente en diferentes ámbitos de conocimiento: biología (Pettit et al., 2015), química (Frías et al., 2016), publicidad y relaciones públicas (Rodríguez-Fernández, 2017), ingeniería (Artal et al., 2017) e incluso en la enseñanza de idiomas (Gazotti

et al., 2017; Lin et al., 2018; Zarzycka-Piskorz, 2016). En la mayoría de los casos, los resultados coinciden en destacar que el empleo de aplicaciones interactivas de respuesta múltiple en las aulas universitarias mejora el clima del aula (Stowell, 2015), aumenta el compromiso hacia la materia (Dervan, 2014), la participación en clase (Hunsu et al., 2016); e incluso, con la planificación didáctica adecuada, el rendimiento académico (Awedh et al., 2015; Corchuelo, 2018; Douligieris et al., 2018; Iwamoto et al., 2017; Rodríguez-Fernández, 2017).

Investigaciones como la de Hunsu y colaboradores (2016), coligieron que el empleo del *smartphone* en el aula para la creación de sistemas CRS genera beneficios, pocos pero relevantes, en el desarrollo de diferentes procesos cognitivos: memoria, atención, comprensión y resolución de problemas. Así mismo, estudios como el realizado por Martínez-Navarro (2017), en base a la opinión de los propios docentes, pueden llegar a concluir que *Kahoot* es más eficaz que los métodos tradicionales de enseñanza.

En base a que el juego es un proceso centrado en lo social, que impulsa la motivación y promueve el aprendizaje en todos los niveles y edades (Lin et al., 2018), *Kahoot* posibilita aprender jugando mediante la creación de un sistema CRS, que permite tanto a profesores como a estudiantes abordar el proceso formativo de manera más divertida y motivadora (Artal et al., 2017).

A la hora de emplear cualquier tipo de recursos tecnológico, la fortaleza no reside en el propio recurso, sino en la planificación pedagógica que desarrolla el docente, siendo más relevantes investigaciones como la actual, donde los destinatarios son futuros profesionales de la educación. Por ello, tras valorar las posibilidades que ofrece *Kahoot*, el grupo de docentes implicados en el proyecto, tras un seminario formativo, acuerdan la forma de implementarlo en el aula. El objetivo no es acordar la manera óptima de aprovechar las posibilidades formativas de *Kahoot*, sino establecer un protocolo de actuación similar que, sin perder las potencialidades pedagógicas, considere el desconocimiento previo de algunos de los miembros de la herramienta y las características contextuales de la asignatura: contenidos, temporalización, número de alumnos, etc.

El protocolo resultante, así como la justificación de alguna de las decisiones, es el siguiente:

1. Aunque se valora la posibilidad de que los alumnos puedan realizar los cuestionarios, el encargado de realizar el *Kahoot* será el profesor de la asignatura.
2. Para evitar el efecto desgaste del recurso (Wang, 2015), se empleará solamente en 2 ocasiones a lo largo del semestre; constará de 20 preguntas y los alumnos tendrán 30 segundos para contestar individualmente.
3. Previo al empleo, el profesor realizará tres preguntas de muestra, para que los estudiantes conozcan el funcionamiento del sistema CRS que ofrece *Kahoot*.
4. Los alumnos serán informados previamente del día de realización para que puedan acudir con *smartphone*, *tablet* u ordenador personal. Así mismo, la fecha de realización coincidirá con la última clase antes de los exámenes de la asignatura, potenciando con esta decisión el uso de *Kahoot* como herramienta de repaso y autoevaluación.
5. Los alumnos ganadores tendrán una breve mejora, entre 0,5 y 0,1 en función del lugar de finalización, en la calificación del examen posterior.
6. Para fomentar el dinamismo, las preguntas serán breves, podrán incorporar imágenes y el docente las leerá en clase.

7. Las preguntas tendrán cuatro opciones de respuesta y una de ellas será improbable y absurda, para detectar posibles alumnos que respondan al azar.
8. En caso de producirse una respuesta con pleno de aciertos, el profesor se comprometerá a una bonificación global en la calificación final del examen posterior. Evitando con esta decisión que los alumnos en función de su posición se desenganchen de la actividad.
9. Al concluir cada pregunta, el juego quedará paralizado hasta que todos los alumnos comprendan la respuesta.
10. Desde el primer momento el docente debe explicar a sus alumnos que se trata de una actividad formativa de repaso y no de evaluación.

Mediante el acuerdo de este protocolo, el profesorado pretende desarrollar un modelo de enseñanza gamificado, que convirtiendo al smartphone en aliado y creando un contexto competitivo, fomente la participación del alumno en clase, aumente su interés por la materia y desarrolle un proceso de aprendizaje activo. Todo ello, otorgando el papel protagonista del procesos a los alumno, siendo ellos los que marcan el ritmo de desarrollo de la actividad.

En la Figura 1, se pueden observar tres preguntas empleadas, concretamente en la asignatura de *Metodología de Investigación Socioeducativa* en el Grado de Educación Social. Como se refleja, *Kahoot* permite la incorporación de imágenes, tablas e incluso gráficos.

¿Cuál de los siguientes estadísticos **NO** se puede calcular en una variable cualitativa ordinal?

24

0 Answers

▲ Percentil 37 ◆ Media

● Mediana ■ Moda

¿Cómo se llama el gráfico que podemos ver en la imagen?

28

0 Answers

▲ Línea de regresión ◆ Curva de densidad

● diagrama de cajas ■ Histograma

En la tabla de frecuencias que se muestra, ¿cuál es la mediana?

28

0 Answers

Curso	f_i	p_i	P_i	f_i	P_i
Primero	80	0.16	16%	80	16%
Segundo	200	0.40	40%	280	56%
Tercero	130	0.26	26%	410	82%
Cuarto	90	0.18	18%	500	100%
Total	500	1	100%		

▲ Segundo ◆ 3

● Primero ■ 2

Figura 1 – Tipos de preguntas con *Kahoot*. Elaboración propia.

3. Metodología

El diseño de investigación seleccionado ha sido no experimental, del tipo ex post facto, en donde no se modifica ni altera ninguna de las variables porque ya han sucedido, sino que se describen y analizan en busca de relaciones.

VALORACIÓN DE <i>KAHOOT</i> COMO RECURSO DIDÁCTICO	
El empleo de <i>Kahoot</i>...	
1	...me ha permitido desarrollar mi pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.
2	...me ha ayudado en la elaboración de síntesis personales sobre los contenidos.
3	...me ha permitido generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.
4	...me ha ayudado a resolver problemas prácticos.
5	...ha facilitado la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.
6	...me ha facilitado el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.
7	...ha facilitado la memorización de los contenidos de la asignatura.
8	...me ha permitido emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.
9	...ha permitido autoevaluar mi aprendizaje en la asignatura.
10	...me ha facilitado la organización del estudio.
VALORACIÓN COMPARATIVA	
11	..hace más motivadora la asignatura que la otra donde no se usa.
12	...facilita la consolidación de contenidos en comparación con otras asignaturas.
13	..permite comprobar los apuntes en comparación con otras asignaturas.
14	...aumenta el interés por los contenidos en comparación con otras asignaturas.
15	..permite autoevaluar mi aprendizaje en comparación con otras asignaturas.
VALORACIÓN GENERAL	
16	Si volviera a cursar la asignatura, me gustaría que se mantuviera el empleo de <i>Kahoot</i> .
17	Gracias a <i>Kahoot</i> , el profesor ha conseguido incorporar el juego a la enseñanza.
18	En el futuro me gustaría emplear <i>Kahoot</i> como docente.
19	Esta metodología gamificada es más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.
20	Esta metodología gamificada es más motivadora para el estudiante que la enseñanza tradicional.

Tabla 1 – Cuestionario. Elaboración propia.

Como instrumento de recogida de información se emplea un cuestionario electrónico, adaptación del diseñado por Martínez-Abad y Hernández-Ramos (2017) para valorar innovaciones pedagógicas con recursos tecnológicos. El instrumento, recogido en la Tabla 1, está compuesto por 20 ítems, medidos en una escala Likert con 5 opciones de respuesta (1: totalmente en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: ni acuerdo ni desacuerdo; 4: de acuerdo y 5: totalmente de acuerdo), y organizados en tres bloques, con los que se pretende: valorar el empleo de *Kahoot* como recurso didáctico (ítems del 1 al 10), desde una perspectiva comparativa hacia otras asignaturas donde no se emplea (ítems del 11

al 15) y de forma global como futuros docentes (ítems 16 al 20). Con la intención de valorar la fiabilidad del instrumento, se calcula el coeficiente α de Cronbach (Pérez et al., 2012; Prieto & Delgado, 2010), obteniendo muy buenos valores: .927 para los 20 ítems, .906 para los 10 ítems del primer bloque, .917 para los 5 ítems del segundo y .809 para los 5 ítems del tercero. El cuestionario resultante queda recogido en la tabla 1.

La población de estudio queda establecida en el conjunto de los alumnos de las titulaciones de educación de la Universidad de Salamanca y, mediante un muestreo no probabilístico de conveniencia (Otzen & Manterola, 2017), la muestra resultante la forman los 241 estudiantes (29 de Educación Social, 69 de Magisterio en Educación Primaria, 78 de Magisterio en Educación Infantil y 73 de Pedagogía) que han cursado las diferentes asignaturas en que se ha empleado *Kahoot* siguiendo el protocolo acordado en base al proyecto de innovación.

4. Resultados

En base a los objetivos planteados, a lo largo del siguiente apartado se expondrán los resultados obtenidos diferenciando los tres bloques de análisis: valoración general, cuestiones comparativas y valoración metodológica.

4.1. Valoración general

El primero de los bloques del cuestionario, conformado por los ítems del 1 al 10, tienen la finalidad de permitir a los estudiantes valorar el empleo de *Kahoot* como recurso didáctico. Los resultados obtenidos, recogidos en la Tabla 2, desde un enfoque global nos muestran una valoración positiva, con una clara tendencia a valoraciones altas, pero no extremas, siendo la opción de respuesta 4 (de acuerdo) la más común en 7 de las 10 cuestiones de análisis.

Desde una perspectiva más concreta, destaca la puntuación obtenida a la hora de valorar *Kahoot* como herramienta de autoevaluación (*El empleo de Kahoot ha permitido autoevaluar mi aprendizaje en la asignatura*) donde un 79,6% de los estudiantes manifiesta dicho reconocimiento y de ellos, el 42,5% está totalmente de acuerdo. Es significativo también resaltar los resultados obtenidos a la hora de valorar *Kahoot* como herramienta de ayuda a la comprensión (*El empleo de Kahoot ha facilitado la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura*) donde el 83% de los alumnos exponen su acuerdo y aproximadamente la mitad de ellos (41,7%) revelando un grado de acuerdo máximo con dicha potencialidad.

	Media	Desv. Tip.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	N
1. <i>El empleo de Kahoot me ha permitido desarrollar mi pensamiento crítico alrededor de los contenidos de la materia.</i>	3,65	,919	1,7	9,1	28,2	44,4	16,6	241
2. <i>El empleo de Kahoot me ha ayudado en la elaboración de síntesis personales sobre los contenidos.</i>	3,78	,858	0,4	5,8	29,9	42,7	21,2	241

3. <i>El empleo de Kahoot me ha permitido generalizar los contenidos teóricos a situaciones reales.</i>	3,66	,827	0,8	6,2	33,2	45,6	14,1	241
4. <i>El empleo de Kahoot me ha ayudado a resolver problemas prácticos.</i>	3,58	1,022	2,5	11,6	32,4	32,8	20,7	241
5. <i>El empleo de Kahoot ha facilitado la comprensión de los conceptos e ideas básicas de la asignatura.</i>	4,19	,836	0	5	12,1	41,7	41,3	240
6. <i>El empleo de Kahoot me ha facilitado el análisis y la reflexión sobre los contenidos estudiados.</i>	3,93	,889	0,4	5,4	24,2	40,4	29,6	240
7. <i>El empleo de Kahoot ha facilitado la memorización de los contenidos de la asignatura.</i>	3,87	,894	1,3	4,2	27,1	41,3	26,3	240
8. <i>El empleo de Kahoot me ha permitido emitir valoraciones personales sobre los temas tratados.</i>	3,35	,990	4,6	11,6	39,8	32,0	12	241
9. <i>El empleo de Kahoot ha permitido autoevaluar mi aprendizaje en la asignatura.</i>	4,17	,881	0,4	4,6	15,4	37,1	42,5	240
10. <i>El empleo de Kahoot me ha facilitado la organización del estudio.</i>	3,58	,950	2,1	8,7	36,1	35,3	17,8	241

Tabla 2 – Valoración general. Elaboración propia.

Por otra parte, analizando las cuestiones con los resultados más bajos, a pesar de la tendencia a puntuaciones positivas, los estudiantes no se muestran convencidos de que el empleo de *Kahoot* como herramienta docente sea útil para emitir valoraciones (*El empleo de Kahoot me ha permitido emitir valoraciones personales sobre los temas tratados*) y organizar el estudio (*El empleo de Kahoot me ha facilitado la organización del estudio*). Asumiendo mayor relevancia ésta última cuestión si se tiene en consideración que una de las finalidades principales con las que se planifica la innovación docente es la de facilitar el estudio de las asignaturas.

4.2. Análisis comparativo

En base a los datos obtenidos en el segundo bloque de cuestiones, teniendo en cuenta que los 78 estudiantes de Educación Infantil han cursado otra asignatura con el mismo docente en donde no empleaba *Kahoot*, se obtiene información relevante desde un enfoque de contraste.

Nuevamente, como queda recogido en la Tabla 3, se encuentran valoraciones positivas hacia *Kahoot*, pero no extremas, siendo el valor 4 (de acuerdo) el más seleccionado por los estudiantes. Teniendo en cuenta el enfoque del análisis: valorar el empleo en base a otra asignatura previa en la que no se ha empleado; lo correcto es fijarnos en los valores negativos. Solamente el 12,9% consideran que no es más motivadora y el 1,3% que no aumenta el interés o permite evaluar mejor el aprendizaje en comparación con otras materias.

Cabe destacar, que en este bloque los alumnos vuelven a manifestar la relevancia e importancia de *Kahoot* como elemento de autoevaluación.

	Media	Desv. Tip.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	N
11. Hace más motivadora la asignatura que otra donde no se usa.	3,77	1,005	2,6	10,3	17,9	46,2	23,1	78
12. Facilita la consolidación de contenidos en comparación con otras asignaturas.	3,87	,779	1,3	3,8	17,9	60,3	16,7	78
13. Permite mejorar los apuntes en comparación con otras asignaturas.	3,72	1,056	3,8	9,0	23,1	39,7	24,4	78
14. Aumenta el interés por los contenidos en comparación con otras asignaturas.	3,90	,847	1,3	0	17,9	42,3	38,5	78
15. Permite autoevaluar mejor mi aprendizaje que en otras asignaturas.	4,17	,813	1,3	0	17,9	42,3	38,5	78

Tabla 3 – Valoración comparativa. Elaboración propia.

4.3. Valoración global

Para concluir, el último de los bloques ofrece una valoración global, con cuestiones claras y directas. Así mismo, teniendo en cuenta que el desarrollo de innovaciones docentes en la formación del futuro profesorado tiene un factor enriquecedor: el mostrar un nuevo recurso didáctico; y que todos los estudiantes conformantes de la muestra son futuros profesionales de la educación, se considera relevante observar qué valoración realizan de *Kahoot* como recurso educativo para ellos en un futuro.

Analizando los resultados obtenidos, reflejados en la Tabla 4, se encuentran en este bloque las mejores valoraciones, siendo la opción de respuesta 5 (Totalmente de acuerdo) la más repetida en todos los ítems del bloque

	Media	Desv. Tip.	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	N
16. Si volviera a cursar la asignatura, me gustaría que se mantuviera el empleo de Kahoot.	4,46	,764	0	1,7	11,6	25,3	61,4	241
17. Gracias a Kahoot, el profesor ha conseguido incorporar el juego a la enseñanza.	4,29	,826	0,4	3,3	11,2	36,9	48,1	241
18. En el futuro me gustaría emplear Kahoot como docente.	4,34	,833	0,4	2,5	13,3	29,9	53,9	241

19. Esta metodología gamificada es más efectiva para la enseñanza de competencias que la enseñanza tradicional.	4,08	,923	1,2	3,7	19,9	35,7	39,4	241
20. Esta metodología gamificada es más motivadora para el estudiante que la enseñanza tradicional.	4,40	,806	0,4	1,2	14,1	26,6	57,7	241

Tabla 4 – Valoración global. Elaboración propia.

Los alumnos, de manera global, muestran una muy buena valoración del empleo de *Kahoot* en la docencia universitaria, manifestando un grado de total de acuerdo en que les gustaría que se volviera a emplear si repitieran la asignatura (86,7%), en que *Kahoot* incorpora el juego como herramienta docente (85%) y que dicha metodología es más efectiva (75,1%) y motivadora que otras (84,3). Como último indicador, el 83,8% de los estudiantes, como futuros profesionales de la educación, manifiestan que estarían dispuestos a emplear *Kahoot* como docentes.

5. Conclusiones

El fácil acceso al *smartphone* ha revolucionado, tanto el comportamiento de los estudiantes (Artal et al., 2017; Rodríguez-Fernández, 2017) como las nuevas posibilidades didácticas de los docentes (Díaz et al., 2018). En la actualidad, gracias a dichos dispositivos y a la existencia de plataformas como *Kahoot*, el profesor puede establecer un sistema CRS en el aula de manera rápida, fácil y efectiva. Por ello, en concordancia con las investigaciones previas que han fundamentado y justificado esta innovación docente (Artal et al., 2017; Batsila & Tsihouridis, 2018; Corchuelo, 2018; Douligieris et al., 2018; Guardia et al., 2019; Iwamoto et al., 2017; Lin et al., 2018; Oliva, 2016; Pettit et al., 2015; Rodríguez-Fernández, 2017) se puede concluir que el empleo de *Kahoot* en la docencia universitaria es una estrategia didáctica valorada positivamente por los estudiantes de grado. No obstante, a pesar de que dicha premisa pueda catalogarse como la conclusión principal de esta investigación, se coincide con la visión de autores como Lucke (2013) al destacar que la efectividad de un CRS con *Kahoot*, depende principalmente de su diseño y empleo; es decir, de la finalidad formativa planificada por el docente y no del propio recurso en sí.

Mediante el empleo de *Kahoot* en la docencia universitaria, se pretende la mejora de la calidad de la enseñanza universitaria ofreciendo a los estudiantes nuevos recursos fundamentados en un proceso de investigación-acción de los docentes. En base a los resultados obtenidos, no sólo se ha conseguido de manera adecuada la introducción de dispositivos móviles en el aula bajo una metodología gamificada, sino que los docentes han aprovechado este proceso como una oportunidad de aprendizaje y desarrollo profesional.

Kahoot es un recurso tecnológico que ha ganado popularidad entre los docentes por su sencillo uso y su capacidad para crear dinámicas de trabajo activas y gamificadas en el aula (Martínez-Navarro, 2017) influyendo positivamente en el comportamiento de los estudiantes, a través de las experiencias y sentimientos que se construyen a través del juego (Rodríguez-Fernández, 2017). Los alumnos se muestran más motivados e implicados en el proceso de enseñanza para obtener beneficios pedagógicos que faciliten el aprendizaje (Corchuelo, 2018; Seco & Cardoso, 2015), como por ejemplo una herramienta efectiva de autoevaluación (Lin et al., 2018; Pedrera, 2018), donde la evaluación se convierte en proceso formativo y no calificativo.

De manera más específica, en base a las valoraciones recibidas por parte de los estudiantes, se establecen otras conclusiones dignas de mención:

- El empleo de CRS en el aula aumenta la motivación, la participación y la implicación de los estudiantes hacia la materia. Gracias al desarrollo de actividades prácticas, participativas y contextualizadas, se vincula de manera más estrecha la perspectiva del estudiante sobre su futuro profesional con los contenidos y competencias de las asignaturas.
- El *smartphone* puede incorporarse a la docencia universitaria como recurso educativo, rompiendo con la visión de dicha herramienta tecnológica como un elemento de distracción opuesto al aprendizaje.
- Con *Kahoot*, los estudiantes conocen y valoran su proceso de adquisición de las competencias de la asignatura. Por ello, aumenta la tasa de éxito y de rendimiento en las asignaturas al emplear las pruebas como herramientas de autoevaluación.
- Valoración positiva de los estudiantes de la incorporación de metodologías innovadoras en la docencia. Los estudiantes, tras la experiencia, son más conscientes del potencial didáctico de los recursos tecnológicos. Los docentes de las facultades de educación, imparten docencia a futuros maestros, lo cual implica una mayor responsabilidad en lo que respecta a servir de ejemplo e inspiración de cara al futuro desempeño profesional.

Además, en concordancia con otros estudios (Barreras, 2016; Bicen & Kocakoyun, 2018; Iwamoto et al., 2017); y en contraposición a otros (Tobias et al., 2013); queda reflejado como *Kahoot*, a pesar de ser un juego diseñado con una finalidad educativa, puede resultar tan divertido y atractivo como los creados específicamente con una finalidad lúdica. No obstante, ciertos autores consideran que el factor novedoso, causante en gran parte del aumento de la motivación tiende a ir reduciendo hasta llegar a desaparecer (Oliva, 2016; Wang, 2015); siendo claramente un aspecto de estudio que queda abierto como prospectiva.

El estudio realizado por Wang y Tahir (2020), tras analizar el efecto del uso de *Kahoot* en más de 90 contextos formativos, concluye resaltando la necesidad de seguir analizando dicho fenómeno en nuevos contextos formativos. En esta ocasión, mediante nuestro estudio no sólo se pretende ofrecer una nueva experiencia pedagógica bien valorada por los estudiantes, sino un ejemplo de trabajo en equipo en la enseñanza superior. La consecución de este proyecto de innovación ha permitido que, tras la elaboración

de un protocolo de actuación común; y gracias a las potencialidades de *Kahoot* y al trabajo colaborativo, profesores sin experiencia ni conocimientos tecnológicos se hayan beneficiado del recurso mejorando del proceso de enseñanza-aprendizaje en sus materias.

Como líneas de prospectiva, queda abierta la posibilidad de profundizar en mayor medida en el empleo de *Kahoot* en la enseñanza en los diferentes niveles educativos y modalidades formativas. Así mismo, se considera adecuado detectar y analizar posibles aspectos negativos como, por ejemplo, el grado de competitividad que genera o el nivel de ansiedad de los estudiantes durante la prueba.

Como conclusión final, subrayar que los recursos tecnológicos ofrecen múltiples posibilidades pedagógicas a los docentes dispuestos a innovar, siendo *Kahoot* un ejemplo en donde el *smartphone* se convierte en un aliado al crear un CRS que permite introducir una metodología gamificada más motivadora para los estudiantes. Aprender jugando es posible; y mejorar el proceso de enseñanza mediante el juego también.

Agradecimientos

Proyectos de Innovación y Mejora docente de la Universidad de Salamanca: *Gamificación en la Universidad: diseño, desarrollo y evaluación del empleo de Kahoot en el aula: Satisfacción y rendimiento académico de los estudiantes en las asignaturas de metodología de investigación (ID 2017/123)*.

Referencias

- Artal, J. S., Casanova, O., Serrano, R. M., & Romero, E. (2017). Dispositivos móviles y Flipped Classroom. Una experiencia multidisciplinar del profesorado universitario. *EduTec: Revista electrónica de tecnología educativa*, 59, 3.
- Awedh, M., Mueen, A., Zafar, B., & Manzoor, U. (2014). Using Socrative and Smartphones for the support of collaborative learning. *International Journal on Integrating Technology in Education*, 3(4), 17-25.
- Barreras, A. (2016). Experiencia de la clase inversa en didáctica de las lenguas extranjeras. *Educatio siglo XXI: Revista de la Facultad de Educación*, 34(1), 173-196.
- Batsila, M., & Tsihouridis, C. (2018). “Let’s Go... Kahooting” – Teachers’ Views on C.R.S. for Teaching Purposes. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 715, 563-571. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73210-7_66
- Bicen, H., & Kocakoyun, S. (2018). Perceptions of students for gamification approach: *Kahoot* as a case study. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 13(2), 72-93. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i02.7467>
- Corchuelo, C. A. (2018). Gamificación en educación superior: Experiencia innovadora para motivar estudiantes y dinamizar contenidos en el aula. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 63, 29-41. DOI: <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.63.927>

- Cubric, M., & Jefferies, A. (2015). The benefits and challenges of large-scale deployment of electronic voting systems: University student views from across different subject groups. *Computers & Education*, 87, 98-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.04.004>
- Debusse, J. C. W., & Lawley, M. (2016). Benefits and drawbacks of computer-based assessment and feedback systems: Student and educator perspectives. *British Journal of Educational Technology*, 47(2), 294-301. DOI: <https://doi.org/10.1111/bjet.12232>
- Dervan, P. (2014). Increasing in-class student engagement using Socrative (an online Student Response System). *All Ireland Journal of Higher Education*, 6(3). <https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/180>
- Díaz, I. A., Reche, M. P. C., & Rodríguez, J. M. R. (2018). Efecto de la metodología mobile learning en la enseñanza universitaria: Meta-análisis de las investigaciones publicadas en WOS y Scopus. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 30, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.17013/risti.30.1-16>
- Douligeris, C., Seralidou, E., & Gkotsiopoulos, P. (2018). *Let's learn with Kahoot! 2018*, 677-685. DOI: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363296>
- Frías, M. V., Arce, C., & Flores-Morales, P. (2016). Uso de la plataforma socrative.com para alumnos de Química General. *Educación Química*, 27(1), 59-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.09.003>
- Gazotti, M. A., Trentin, S., & Fischer, C. R. (2017). Vivenciando inglês com Kahoot. *ESpecialist*, 38(1), 10.
- Guardia, J. J., Del Olmo, J. L., Roa, I., & Berlanga, V. (2019). Innovation in the teaching-learning process: The case of Kahoot! *On the Horizon*, 27(1), 35-45. DOI: <https://doi.org/10.1108/OTH-11-2018-0035>
- Hernández-Ramos, J. P., & Torrijos, P. (2019). Percepción del profesorado universitario sobre la integración de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las modalidades docentes: Influencia del género y la edad. *EDMETIC*, 8(1), 128-146. DOI: <https://doi.org/10.21071/edmetic.v8i1.10537>
- Hernández-Ramos, J. P., Torrijos Fincias, P., & Martínez-Abad, F. (2018). Kahoot como herramienta de repaso en la enseñanza universitaria: Opiniones de los estudiantes. En J. Valverde-Berrocoso (Ed.), *Campus Digitales en la educación Superior* (pp. 555-563). Universidad de Extremadura.
- Hunsu, N. J., Adesope, O., & Bayly, D. J. (2016). A meta-analysis of the effects of audience response systems (clicker-based technologies) on cognition and affect. *Computers & Education*, 94, 102-119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.013>
- Iwamoto, D. H., Hargis, J., Taitano, E. J., & Vuong, K. (2017). Analyzing the efficacy of the testing effect using Kahoot on student performance. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 18(2), 80-93.

- Lin, D. T. A., Ganapathy, M., & Kaur, M. (2018). *Kahoot! It: Gamification in higher education. Pertanika Journal of Social Sciences and Humanities*, 26(1), 565-582.
- Lucke, T., Keyssner, U., & Dunn, P. (2013). The use of a Classroom Response System to more effectively flip the classroom. En *2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 491-495. DOI: <https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6684872>
- Martínez-Abad, F., & Hernández-Ramos, J. P. (2017). Flipped Classroom con píldoras audiovisuales en prácticas de análisis de datos para la docencia universitaria: Percepción de los estudiantes sobre su eficacia. En S. Perez Aldeguer, G. Castellano Perez, & A. Pina Calafi (Eds.), *Propuestas de innovación educativa en la sociedad de la información* (pp. 92-105). Adaya Press.
- Martínez-Navarro, G. (2017). Tecnologías y nuevas tendencias en educación: Aprender jugando, El caso de Kahoot. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 83, 252-277.
- Mejía, J. (2019). Detectando aplicaciones maliciosas en Smartphone con sistema Android a través del uso de una aplicación. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 31, 82-93. DOI: <https://doi.org/10.17013/risti.31.82-93>
- Oliva, H. A. (2016). La gamificación como estrategia metodológica en el contexto educativo universitario. *Realidad y Reflexión*, 44, 29-47. DOI: <https://doi.org/10.5377/ryr.v44i0.3563>
- Orhan, D., & Gürsoy, G. (2019). Comparing success and engagement in gamified learning experiences via Kahoot and Quizizz. *Computers and Education*, 135, 15-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.015>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pedrerá, S. (2018). Coevaluar con Kahoot. *Eufonía: Didáctica de la música*, 74, 78-80.
- Perera, V. H., & Hervás, C. (2019). Percepción de estudiantes universitarios sobre el uso de Socrative en experiencias de aprendizaje con tecnología móvil. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 21(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e05.1850>
- Pérez, R., Galán, A., & Quintanal, J. (2012). *Métodos y diseños de investigación en educación*. Editorial UNED.
- Pettit, R. K., McCoy, L., Kinney, M., & Schwartz, F. N. (2015). Student perceptions of gamified audience response system interactions in large group lectures and via lecture capture technology. *BMC Medical Education*, 15, 92. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0373-7>
- Prieto, G., & Delgado, A. R. (2010). Fiabilidad y validez. *Papeles del psicólogo*, 31(1), 67-74.

- Rodríguez-Fernández, L. (2017). Smartphones y aprendizaje: El uso de *Kahoot* en el aula universitaria. *Revista Mediterránea de Comunicación: Mediterranean Journal of Communication*, 8(1), 181-189.
- Sánchez-Gómez, M. C., Hernández-Ramos, J. P., & Costa, A. P. (2019). Investigación Cualitativa en Ciencias Sociales: El Caso de la Educación. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 8(1), 12-17. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2019v8i1.p12-17>
- Seah, D. (2020). Using *Kahoot* in law school: Differentiated instruction for working adults with diverse learning abilities. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 14(1), 36-48. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2020.103937>
- Seco, C., & Cardoso, T. (2015). Questionários sistemáticos e smartphone: Ferramentas de avaliação pedagógica? *Revista de Estudos e Investigação em Psicologia y Educación*, 158-162. DOI: <https://doi.org/10.17979/reipe.2015.0.13.489>
- Soto, I. S. (2018). Herramientas de gamificación para el aprendizaje de ciencias de la tierra. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 65, 29-39 (393). DOI: <https://doi.org/10.21556/edutec.2018.65.1143>
- Stowell, J. R. (2015). Use of clickers vs. Mobile devices for classroom polling. *Computers & Education*, 82, 329-334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.008>
- Tobias, S., Fletcher, J. D., & Wind, A. P. (2013). Game-based learning. En J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 485-503). Springer.
- Wang, A. I. (2015). The wear out effect of a game-based student response system. *Computers and Education*, 82, 217-227. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.11.004>
- Wang, A. I., & Tahir, R. (2020). The effect of using *Kahoot!* For learning – A literature review. *Computers and Education*, 149, 103818. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103818>
- Zarzycka-Piskorz, E. (2016). *Kahoot* it or not?: Can games be motivating in learning grammar? *Teaching English with Technology*, 16(3), 17-36.

Análise do setor de telecomunicação brasileiro: Uma visão sobre Reclamações

Gustavo Nogueira de Sousa¹, Isabelle da Silva Guimarães², Julio Augusto Nogueira Viana³, Olaf Reinhold³, Antonio Fernando Lavareda Jacob Junior¹, Fábio Manoel França Lobato^{1,2}

sougusta@gmail.com, isabelle.guimaraes2@gmail.com, julio.viana@scrc-leipzig.de, reinhold@wifa.uni-leipzig.de, antonio.jacob@gmail.com, fabio.lobato@ufopa.edu.br.

¹ Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), São Luís, Brasil

² Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém, Brasil

³ Social CRM Research Center (SCRC), Leipzig, Alemanha

DOI: 10.17013/risti.37.31-48

Resumo: Mídias digitais estão cada vez mais presentes no cotidiano do ser humano. Este fato contribui para que o volume de conteúdo gerado por usuário aumente consideravelmente. De um ponto de vista prático, as análises desses dados requerem diferentes perspectivas e métodos para se obter resultados satisfatórios. Essas análises podem subsidiar a tomada de decisão por gestores por meio da identificação de necessidades e problemas, guiando o processo de melhoria continuada de produtos e serviços. Diante disso, este trabalho propõe uma análise de reclamações postadas em uma plataforma online de reclamações, a fim de identificar pontos que orientem a tomada de decisões das empresas e, conseqüentemente, melhorar o relacionamento com clientes. Os resultados obtidos permitem a identificação de uma cadeia de problemas relacionados. A principal contribuição deste estudo está na provisão de uma abordagem que auxilia no planejamento estratégico de corporações, levando em consideração situações reportadas pelos consumidores.

Palavras-chave: Mídias Sociais, Mineração de Texto, Gestão de Relacionamento com Clientes, CRM Social, Reclamações.

Analysis of the Brazilian telecommunications sector: An overview on Complaints

Abstract: Digital media are increasingly present in the daily life of human beings. This fact contributes to the increasing volume of user-generated content. From a practical point of view, the analysis of these data requires different perspectives and methods to obtain consistent results. These analyzes can support managers' decision-making by identifying needs and problems, guiding the process of continuous improvement of products and services. Therefore, this work proposes an analysis of complaints posted on an online complaints platform to identify points that guide companies' decision making and, consequently, improve the relationship

with customers. The results obtained allow the identification of problems and their relationship. This study's main contribution is the provision of an approach that helps in the corporation's strategic planning, taking into account situations reported by consumers.

Keywords: *Social Media, Text Mining, Customer Relationship Management, Social CRM, Complaints.*

1. Introdução

As mídias sociais oferecem uma ampla gama de funcionalidades que permitem ao usuário o compartilhamento e o consumo de conteúdo online (Carr & Hayes, 2015; Silva et al., 2018). Este fenômeno impacta diretamente no relacionamento entre empresas e consumidores. Isso ocorre devido à popularização da internet e o aumento no acesso a essas plataformas sociais que, conseqüentemente, tornam os consumidores mais engajados com marcas e na troca de informações sobre produtos e serviços (Lobato et al., 2017). Conseqüentemente, percebe-se um aumento substancial na quantidade de conteúdos gerados pelos usuários (User Generated Content – UGC) (Bahtar & Muda, 2016; Lobato et al., 2017; Nusair, Hua, Ozturk, & Butt, 2017).

UGC pode ser definido como qualquer forma de conteúdo criado, divulgado e consumido por usuários (Kim & Johnson, 2016); podendo incluir também dados relacionados a marcas, produtos ou serviços publicados em mídias sociais, os quais constituem uma subcategoria chamada de boca-a-boca virtual (Eletronic Word of Mouth - eWoM (Almeida, Lobato, & Cirqueira, 2017; Schmäh, Wilke, & Rossmann, 2017). Este cenário impõe em um grande desafio para negócios, pois os usuários não apenas criam e compartilham conteúdo pessoal em seus perfis, mas também, recomendações, opiniões, reclamações e impressões sobre produto e serviço (Alt & Reinhold, 2012).

eWoM é visto como um forte determinante na decisão de compra, haja vista que cerca de dois terços dos consumidores verificam as avaliações de produto, serviços e marcas antes de decidirem adquiri-los (Ahmad & Laroche, 2017; Constantinides & Holleschovsky, 2016). A análise de dados relacionados ao eWoM tem o potencial de auxiliar na tomada de decisões por gestores, gerando respostas e melhorias significativas a partir da identificação de necessidades e problemas a serem resolvidos (Gavilanes, Flatten, & Brettel, 2018; Einwiller & Steilen, 2015).

Pesquisas na literatura revelaram que há poucos trabalhos que realizam a análise e extração de conhecimento de eWoM expressas em plataformas de reclamações online. Encontra-se o uso massificado de diversas plataformas de eWoM como fonte de dados para a geração de conhecimento, tais como: Facebook (Bahtar & Muda, 2016; Kim & Johnson, 2016; Liu, Li, Ji, North, & Yang, 2017; Vermeer, Araujo, Bernitter, & van Noort, 2019), Twitter (Chakraborty et al., 2017; Einwiller & Steilen, 2015; Vermeer et al., 2019) e reviews em loja de aplicativo (Ali, Joorabchi, & Mesbah, 2017; McIlroy, Ali, Khalid, & E. Hassan, 2016; Vu, Nguyen, Pham, & Nguyen, 2016).

No Brasil, plataformas de reclamações online têm bastante relevância e influência. Segundo o site (Alexa, 2019), no período de 01/11/2019 a 01/02/2020 o *ReclameAqui*¹ esteve entre os 25 sites mais acessados do país, no qual, diariamente cada usuário fez em média três visitas na página com um tempo médio de três minutos nas interações. Além disto, percebeu-se que as empresas de telecomunicações são as mais mal avaliadas de acordo com o *ranking* que considera as 120.000 cadastradas na plataforma². Diante do contexto apresentado, com destaque para a lacuna na literatura e do potencial de análise e de geração de conhecimento que eWoM apresenta, as seguintes perguntas de pesquisa nortearam o presente trabalho:

- PP1: Quais são os principais tópicos presentes em reclamações envolvendo empresas de telecomunicação?
- PP2: Como esses tópicos estão relacionados entre si?
- PP3: Quais os padrões distributivos das reclamações considerando dimensões geo-temporais?
- PP4: Quais as implicações práticas do resultado das análises conduzidas para os negócios?

Para responder às perguntas da pesquisa, usou-se dados de reclamações extraídos do site *ReclameAqui* de quatro empresas do setor de telecomunicações atuantes no Brasil. Este setor foi escolhido devido sua importância na garantia do desenvolvimento de uma sociedade, pois traz consigo a inclusão digital, igualdade de oportunidade, facilidade de transações e comunicação entre indivíduos (Bankole, Osei-Bryson, & Brown, 2015; Mujahid, Sierra, Abdalkareem, Shihab, & Shang, 2018; Sharma, Fantin, Prabhu, Guan, & Dattakumar, 2014). Devido às características deste trabalho, as empresas foram selecionadas considerando o número de clientes e a presença em todo o território nacional, e de acordo com a (Telecomunicações, 2020), o *Market share* das empresas escolhidas neste trabalho representam juntas 97% de telefonia móvel, 72% da banda larga fixa, 96,9% de TV por assinatura e 94,4% de telefonia fixa.

O restante do artigo encontra-se organizado como segue. Na Seção 2 são apresentados os trabalhos relacionados. Na Seção 3 a metodologia utilizada é descrita. Os resultados são discutidos na Seção 4. Por fim, as conclusões do estudo e sugestões de trabalhos futuros são apresentadas na Seção 5.

2. Trabalhos Relacionados

Para que o conteúdo de mídia social seja útil para geração de conhecimentos que embasam a tomada de decisões, é necessário a definição e o uso de estratégias para a extração dos dados. Considerando que alguns dados são de difícil acesso, (Olmedilla, 2016) define uma arquitetura para um framework com diretrizes e abordagens a serem seguidas para a extração de dados. Com isto, mostrou-se como um *Webcrawler* pode ser extremamente eficaz no processo de reunir e identificar grandes quantidades de conteúdo gerado pelo usuário. Além disso, mostram a importância das ciências sociais e

¹ <https://www.reclameaqui.com.br/>

² <https://www.reclameaqui.com.br/ranking/>

da computação no processo de análise de dados sociais. Estudos semelhantes baseiam-se neste *framework*, a citar (D'Aquino Netto et al., 2019; Rodrigues et al., 2019).

Devido a informalidade dos textos e a necessidade de ajustes gramaticais, o pré-processamento se faz um processo fundamental para a análise de conteúdo de mídias sociais para se garantir a confiabilidade dos resultados. (Cirqueira et al., 2018) realizaram uma análise na literatura para identificar os principais métodos utilizados para tratar conteúdos escritos em Português-Brasileiro. Foram reunidos um total de 62 artigos relevantes, os quais possibilitaram a listagem dos principais métodos e etapas necessárias.

Em relação aos tipos de análises, a modelagem de tópicos merece destaque, uma vez que permite a identificação de certos padrões nos dados, nos quais seriam difíceis a descoberta manual. Para isso, (Ernala et al., 2018) utilizaram técnicas de modelagem de tópicos para identificar o nível de engajamento de usuários. Foram reunidos mais de 1,9 milhões de *tweets* de 146 usuários e, a partir das análises desses dados, os autores determinaram que menções, apoio emocional e discussões em torno da vida pessoal são fortes preditores de um ambiente em que é possível a divulgação dos mais variados tipos. Outros trabalhos apresentam a modelagem de tópicos como uma forma de extrair os termos importantes no texto, tal como (Aldous et al., 2019; Cirqueira, Pinheiro, et al., 2017; Almeida et al., 2017; Li et al., 2019).

Sob o ponto de vista da análise de eWoM, (Rhee & Yang, 2015) apresenta uma análise do setor de turismo a partir de *reviews* publicados em plataformas online. Os autores avaliaram seis aspectos relevantes em hotéis, com cinco tipos de viagens pré-definidos e viajantes de dois países diferentes. Como resultado, os autores verificaram que o “valor” e o tipo do “quarto” são os elementos que mais influenciam em uma avaliação. Assim sendo, a análise de conteúdos de mídias sociais permite que as ações nestas plataformas sejam mais efetivas e eficientes (Chirumalla, Oghazi, & Parida, 2018).

No trabalho de (Tang & Guo, 2013) destacam a viabilidade e eficácia do uso de técnicas de mineração de texto para processar o conteúdo. No mesmo sentido, (Carrascal, Cotte, Arango, & Vélez, 2019) apresenta a técnica de mineração de texto como forma eficaz para a descoberta de conhecimento e conteúdos textuais. Os autores realizaram a identificação das palavras mais relevantes em conjuntos textuais e com potencial de realizar provisões futuras com base nos resultados.

3. Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho optou-se pela metodologia *Cross Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM). A metodologia CRISP-DM é implementada a partir de um processo hierárquico, consistindo em um conjunto de tarefas que descrevem quatro níveis de abstração (Chinchilla & Ferreira, 2016). Considerando os níveis de abstração propostos, os trabalhos de (Rollins, 2015; Schafer, Zeiselmaier, Becker, & Otten, 2019; Wirth, 2000) apresentam descrições detalhadas dos processos que compõem o CRISP-DM. Estes processos formam o ciclo de um projeto de mineração de dados composto de seis fases, conforme pode ser observado na Figura 1.

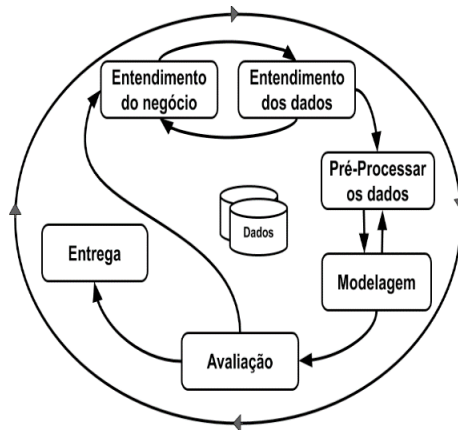


Figura 1 – Diagrama de funcionamento do modelo CRISP-DM (Adaptada de Wirth, 2000).

Devido a característica cíclica deste método, o processo de mineração de dados não é finalizado quando uma solução é implementada. Neste caso, as lições aprendidas durante cada etapa podem gerar novas possibilidades de análises e novos resultados (Wirth, 2000). Nas próximas subseções são descritas as etapas de *Entendimento do Negócio*, *Entendimento dos Dados*, *Pré-Processamento dos dados* e *Modelagem*. A etapa de *Avaliação* é descrita na Seção 5 e a *Entrega* é feita por meio da apresentação dos resultados aos *stakeholders*.

3.1. Entendimento do Negócio

Tomando em consideração a maleabilidade que a metodologia CRISP-DM possibilita, nesta etapa é realizado o entendimento do contexto em que as análises poderiam ser aplicadas, a partir da definição dos objetivos da mineração de dados. Neste contexto, verificou-se que as reclamações podem representar um importante meio para obtenção de uma grande quantidade de informações autênticas sobre produtos e serviços feito de forma voluntária. Com base nisto, os seguintes objetivos foram definidos:

- Identificar os principais assuntos/problemas reportados nas reclamações;
- Identificar aspectos específicos das reclamações;
- Analisar a distribuição das reclamações considerando dimensões geo-temporais;
- Identificar as implicações práticas das reclamações nas empresas.

3.2. Entendimento dos dados

Nesta etapa são realizadas a coleta, descrição, exploração e verificação da qualidade dos dados coletados. Devido as dificuldades de utilização da API fornecida, os dados foram extraídos da plataforma de reclamações *online* chamada *ReclameAqui* por meio de um *WebCrawler* escrito em Python, o qual utiliza a biblioteca *requests*³. Esta plataforma

³ <https://requests.readthedocs.io/en/master/>

foi escolhida devido sua popularidade. Dentre todos os sites acessados no Brasil, o ReclameAqui é o 25º site com maior número de acessos (Alexa, 2019), sendo o site mais popular na categoria de reclamações.

Como alvo da extração, foram selecionadas as quatro maiores empresas do setor de telecomunicações brasileiro. Estas empresas foram escolhidas devido a abrangência nacional de prestação de serviço, as quais atendem milhões de clientes em todas as regiões do país. Além disso, essas empresas são apontadas como as piores empresas no *ranking* fornecido pelo ReclameAqui, o qual contém mais de 120.000 empresas cadastradas. Cada reclamação extraída era composta pelos dados detalhados na Tabela 1.

Campos	Descrição
Empresa ID	Identificação da empresa relacionada na reclamação
Reclamação ID	Identificação da reclamação
Título da Reclamação	Título dados pelo o usuário a reclamação
Reclamação	Relato do problema reportado
Estado e cidade	Estado e cidade do consumidor que realizou a reclamação
Data/hora	Data e horário do relato

Tabela 1 – Descrição dos dados coletados

A fim de verificar a qualidade dos dados extraídos, foi realizada uma comparação manual com os dados da plataforma. Para isso, foi utilizado um conjunto amostral que representa um grau de confiança de 95% e uma margem de erro de 4% considerando o total de reclamações coletadas na plataforma por este estudo. Por fim, foi verificado que, com o uso da ferramenta de extração, os dados mantiveram o padrão de qualidade observado no *site* da plataforma.

3.3. Pré-processamento dos dados

Nesta etapa foi realizada a aplicação de técnicas de pré-processamento nos textos de cada reclamação. Em todos os dados de reclamações foram realizadas as seguintes tarefas de remoção: de saudações, de URLs, *stopwords*, números, acentuação e de caracteres especiais (Cirqueira et al., 2018).

A remoção de saudações e de URLs significa que todo conjunto de caractere que representa uma saudação (e.g. “Olá”, “Oi”) ou um endereço de algum site (e.g. “www.site.com.br”) foi removido. Da mesma forma, números, acentuação e caracteres especiais foram retirados, visto que são desnecessários para as análises. Palavras que são consideradas *stopwords*, ou seja, palavras que não contribuem para o significado do texto (e.g. “e”, “de”, “em”) foram eliminadas.

3.4. Modelagem

Esta etapa foi dividida em duas fases: a aplicação da extração de tópicos; e a correlação entre os tópicos encontrados. Na primeira fase da modelagem foram aplicadas técnicas de extração de termos relevantes sobre os dados. Alguns algoritmos, tal como o *Non-*

Negative Matrix Factorization (NMF), *Latent Dirichlet Allocation (LDA)* e *Latent Semantic Analysis (LSA)* foram utilizados nesta fase.

Durante o processo de avaliação qualitativa e anotação dos tópicos percebeu-se que os termos obtidos pelo NMF estavam mais relacionados entre si e que representavam tópicos mais coerentes e diversos (Chen et al., 2019). Devido a isto, o *Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF)* juntamente com o NMF foram adotados neste trabalho com o objetivo de classificar todas as palavras por ordem de importância no conjunto de textos, tal como demonstrado por (Salminen et al., 2018; Trstenjak, Mikac, & Donko, 2014).

A modelagem e análise de todas as reclamações foi realizada de acordo com a empresa sob uma perspectiva nacional e regional. Os tópicos foram determinados pelos autores de forma manual com base nos termos obtidos na modelagem. Na segunda fase foi realizado o estudo de correlação dos tópicos obtidos. Vale destacar que um tópico representa um conjunto de termos relacionados, sendo que cada termo é associado há um conjunto de reclamações. Neste caso, para realizar a correlação, os dados foram modelados da seguinte forma: cada tópico é representado por um nó; as reclamações foram convertidas em arestas, as quais ligam os diferentes tópicos os quais tem coocorrência.

Neste sentido, o conjunto de dados foi então transformado em registros contendo pares de arestas, por meio de uma combinação simples denotada por:

$$r = \frac{n!}{p!(n-p)!} \quad (1)$$

Sendo que r é a quantidade de registros resultantes; n é o número de palavras-chave do trabalho; e p foi definido como 2 (dois), pois as arestas são formadas aos pares. Como resultado desta modelagem, foi criado um arquivo *Comma-Separated-Values (CSV)*, o qual que pode ser visualizado com o suporte de uma ferramenta de análise de redes. No presente estudo o *software Gephi*⁴ foi utilizado para este fim.

4. Resultados

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir das análises descritas anteriormente. Os resultados são divididos em três subseções. A primeira apresenta os dados coletados e a relação do número das reclamações com a distribuição da população brasileira. A modelagem de tópicos em termos nacionais e regionais é mostrada na segunda subseção. E, por fim, na terceira subseção são apresentadas as análises geotemporal das reclamações obtidas.

4.1. Extração dos dados

O processo de coleta dos dados resultou em um total de 397.950 reclamações. Considerando a dinamicidade do setor de telecomunicação e sua propensão a mudanças (Stone, 2015), nestas análises foram utilizadas as reclamações do período de 09/09/2018

⁴ <https://gephi.org/>

a 09/09/2019, resultando em 225.593 reclamações. Na Tabela 2 é apresentado as quantidades de reclamações coletadas em nível regional e nacional de cada empresa.

	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste	Sul	Total
Tim	1.377	10.100	3.176	47.339	9.282	72.174
Vivo	1.114	6.836	4.610	59.678	9.304	81.542
Oi	1.257	6.401	2.765	19.459	4.779	34.661
Claro	974	3.601	2.753	27.056	3.732	38.116

Tabela 2 – Distribuição dos dados pelas regiões do país.

O Brasil possui aproximadamente 210 milhões de habitantes distribuídos em 5 regiões (IBGE, 2019a). As reclamações analisadas foram estratificadas de acordo com a operadora e a respectiva região de origem, conforme pode ser observado na Tabela 2. A região Sudeste tem um destaque frente as demais. Esta região possui aproximadamente 42% da população brasileira e apresenta uma taxa superior a 65% do total de reclamações coletadas. Este fato pode ser justificado, uma vez que a região sudeste é a mais rica do país, com aproximadamente 53% de todo o Produto Interno Bruto (PIB) produzido. Enquanto, por exemplo, a região Norte representa aproximadamente 6% do total (IBGE, 2020).

4.2. Modelagem de Tópicos

Nesta subseção é apresentada a modelagem de tópicos sob duas perspectivas: 1) tópicos de reclamações de todo o país; 2) a partir de uma distribuição regional. Devido às características da plataforma analisada, na qual o usuário seleciona a categoria do problema, optou-se por utilizar a mesma quantidade de categorias de problemas como a quantidade de tópicos a serem modelados. Isto permite dimensionar o espaço de busca. Maiores detalhes são descritos a seguir.

4.2.1. Panorama Nacional

O total de reclamações de cada empresa (apresentados na Tabela 2) foram utilizados para compor os tópicos de reclamação no panorama nacional. A partir da limitação do número de tópicos frente as categorias de problemas da plataforma, obteve-se a seguinte distribuição por empresa: 31 tópicos da Tim; 29 na Vivo; 26 tópicos na Oi; e 26 na Claro. Após uma análise inicial, alguns tópicos semelhantes (termos sinônimos, por exemplo) foram combinados. Além disso, foram considerados apenas tópicos únicos e relevantes. O resultado encontra-se sintetizado na Tabela 3.

Na Tabela 4 são expostos os principais tópicos das reclamações de acordo com a quantidade observados na Tabela 3. Ao observar os dados é possível reconhecer os problemas específicos de cada empresa no país. Estes dados podem ser utilizados como fundamento para o início de um processo de melhoria do serviço, fidelizar clientes e conquistar vantagens competitivas em relação aos demais concorrentes (Gavilanes, Flatten, & Brettel, 2018; Einwiller & Steilen, 2015).

	Tópicos encontrados	Tópicos resultante
Tim	31	17
Vivo	29	19
Oi	26	17
Claro	26	19

Tabela 3 – Número de tópicos encontrados e resultantes

Para aprimorar a discussão dos resultados, alguns detalhes sobre o conhecimento do domínio fazem-se necessário, isto é, características inerentes às empresas analisadas. Por exemplo, a Tim oferece um plano exclusivo para seus clientes, o qual é acessível somente por meio de um convite enviado por outros usuários desse plano⁵. A partir da identificação do tópico relacionado é possível verificar que reclamações relacionadas a este serviço são frequentes e podem ser relacionadas este processo de negócio utilizado pela empresa.

Tim	Vivo	Oi	Claro
Atendimento	Atendimento	Atendimento	Atendimento
Ativação chip	Ativação chip	Cancelar serviço	Ativação linha
Cancelamento	Cancelamento	Cancelamento	Cancelamento
Cobertura móvel	Cobertura móvel	Cobrança indevida	Cobertura móvel
Cobrança indevida	Cobrança indevida	Instalação de equipamento	Cobrança indevida
Convite para plano	Internet residencial	Internet móvel	Internet móvel
Franquia de dados	Ligações telemarketing	Ligações telemarketing	Ligações telemarketing
Ligações telemarketing	Linha cancelada	Linha cancelada	Linha cancelada
Loja física	Loja física	Loja física	Loja física
Nome negativado	Mudança de endereço	Multa por fidelidade	Multa por fidelidade
Linha cancelada	Mudança de plano	Nome negativado	Nome negativado
Pagamento	Multa por fidelidade	Plano controle	Número cancelado
Plano	Nome negativado	Planos	Pacotes de dados
Plano Controle	Número cancelado	Portabilidade	Pagamento
Portabilidade	Pagamento	Qualidade do serviço	Planos
Recarga	Portabilidade	Recarga	Portabilidade
Valor serviço	Qualidade do serviço	Telefone fixo	Recarga
	Recarga		Senha de acesso
	Visita técnica		Serviço de música

Tabela 4 – Modelagem de tópicos para avaliação do panorama nacional.

Para aprimorar a discussão dos resultados, alguns detalhes sobre o conhecimento do domínio fazem-se necessário, isto é, características inerentes às empresas analisadas. De forma geral, as reclamações encontram-se relacionadas a mais de um tópico. A correlação entre os tópicos das reclamações dos consumidores propicia a verificação da distribuição desta cadeia de insatisfação. Na Figura 2, são expostas as relações entre os

⁵ https://www.timbeta.com.br/timbeta/como_ser_beta

tópicos, sendo que tanto o tamanho das palavras quanto a espessuras e variação dos tons das arestas representam a importância e o peso da relação.

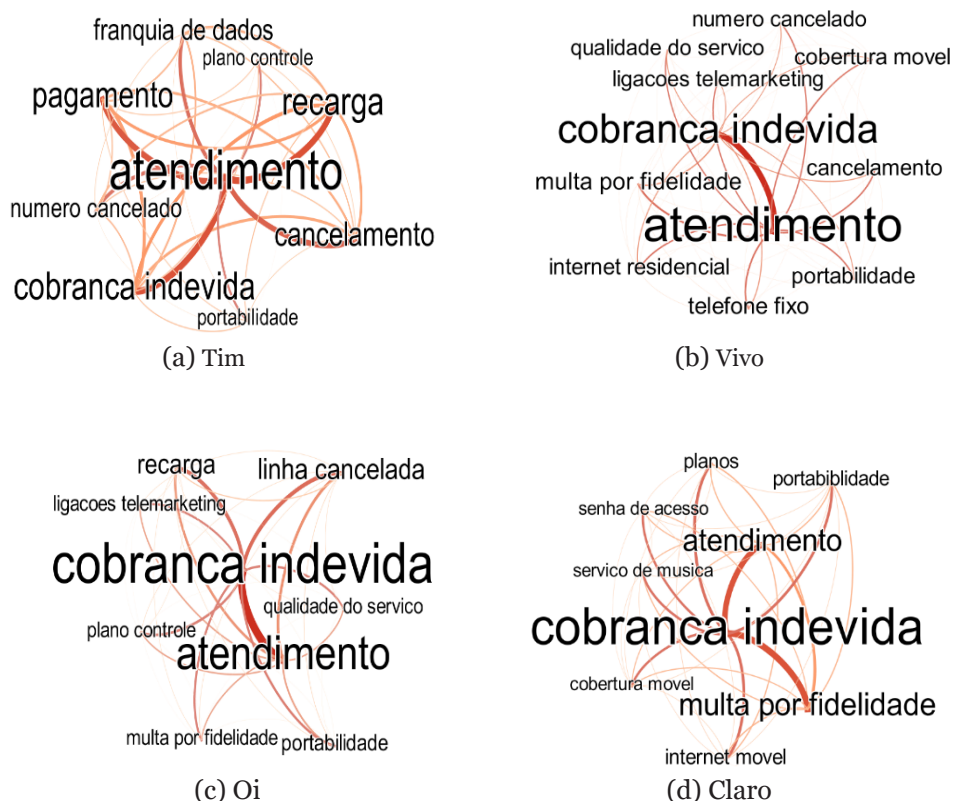


Figura 2 – Relação entre tópicos das reclamações

Ao se analisar os dados dispostos Figura 2, três pontos merecem destaques em relação às companhias estudadas:

1. A Tim, tem como seu principal problema o atendimento. Na Figura 2.a é visível que há associações entre diversos tópicos o que indica que a empresa tem dificuldade de oferecer soluções para seus clientes por meio do atendimento. Além disso, problemas como “pagamento”, “cobrança indevida” e “recarga” que estão fortemente associados e indica falhas recorrentes na maneira que a empresa trata o processo de cobrança dos clientes;
2. A Vivo e Oi apresentam como seus principais gargalos o atendimento e a cobrança indevida. Na Figura 2.b (Vivo) e na Figura 2.c (Oi) há uma grande associação entre os dois problemas, sendo que para a empresa Vivo o atendimento tem peso maior. Já para a empresa Oi, cobranças indevidas o fruto de maior frustração entre clientes. Isto indica que os processos de reclamação sobre

cobrança indevida não são tratados satisfatoriamente pelos canais de, gerando descontentamento para seus clientes;

3. A Claro tem um conjunto de 3 tópicos fortemente associados, que são a “cobrança indevida”, “atendimento” e “multa por fidelidade”, como observado na Figura 2.d. Essa associação de tópicos indica uma forte relação entre os três assuntos e facilita a análise do teor da reclamação.

4.2.2. Análise regional

A modelagem também foi realizada considerando uma perspectiva regional. Os tópicos obtidos para cada região são apresentados na Tabela 5. Os tópicos que iniciam com “+” são específicos para a empresa no contexto regional. Já os que iniciam com “-” são tópicos que não faz parte do contexto da região relacionada.

	Norte	Sul	Sudeste	Nordeste	Centro-Oeste
Tim	+ acesso a serviços + multa por fidelidade + renovação de pacote + serviço de música	+ internet móvel + promoção + sms indevido	+ acréscimo nos valores + multa por fidelidade + serviço de música	+ mudança de plano + multa por fidelidade + promoção + serviço de música + sms indevido	+ internet móvel + multa por fidelidade + promoção + qualidade do serviço + serviço de música
	- plano controle	- cobertura móvel - plano controle	- cancelamento - plano controle	- loja física - número cancelado - plano controle	- cancelamento - plano controle
Vivo	+ celular bloqueado + instalação de equipamento + plano + sms ilimitado		+ planos	+ entrega de compras	+ cancelamento
	- internet residencial - ligações telemarketing - linha cancelada - mudança de endereço - multa por fidelidade - qualidade da internet - qualidade do serviço - telefone fixo - visita técnica	- ativação chip - cancelamento	- cancelamento - qualidade da internet - telefone fixo	- mudança de endereço - qualidade da internet - relação - telefone fixo	- internet residencial - mudança residencial - telefone fixo

	+ contrato + pagamento	+ manutenção + renegociação	+ manutenção	+ pagamento + renegociação	+ renegociação
Oi	- multa por fidelidade - plano controle - telefone fixo	- cancelamento - plano controle	- plano controle - telefone fixo	- cancelamento - cobertura móvel - ligações telemarketing - plano controle - qualidade do serviço - telefone fixo	- cancelamento - plano controle - qualidade do serviço - telefone fixo
Claro	- cancelamento - linha cancelada - loja física - pacotes de dados - serviço de música	- linha cancelada - loja física - pacotes de dados - serviço de música	- número cancelado - pacotes de dados	- cancelamento - linha cancelada - pacotes de dados - serviço de música	- linha cancelada - loja física - pacotes de dados - recarga - senha de acesso - serviço de música

Tabela 5 – Tópicos por regiões das empresas estudadas.

Contrastando-se as Tabelas 4 e 5, cenário nacional e regional, respectivamente, é possível evidenciar as particularidades de cada empresa por região. Por exemplo, na Tim é possível notar que as regiões com mais problemas que diferem do contexto nacional são a Nordeste e Centro-Oeste. Para a empresa Vivo, a região Norte apresenta a maior diferença em relação aos problemas nacionais. Nela não há oito tópicos de problemas nacionais e há quatro novos tipos de problemas que são específicos da região.

Para a empresa Oi, o tópico “*renegociação*” é um problema específico das regiões Sul, Nordeste e Centro Oeste. Por fim, a Claro não apresenta problemas específicos regionais. Contudo, alguns problemas nacionais que não fazem parte dos contextos regionais, como é o caso da região Sudeste que não apresenta dentro os principais tópicos de problema o “*número cancelado*” e o “*pacote de dados*”.

Diante disso, empresas de telefonia podem analisar quais os tópicos mais reclamados em uma determinada região, bem como os tópicos que não são relevantes (no período estudado) para os clientes em cada área do país. Tal informação permite que áreas menos populosas e com menos reclamações sejam tratadas de acordo com a sua especificidade, eliminando o possível viés que as áreas mais populosas podem causar em análises que consideram reclamações de todo país e elencam somente problemas nacionais.

É importante ressaltar que, a análise de relação entre tópicos de reclamação exemplificado na subseção 4.2.1, é perfeitamente aplicável nos contextos regionais, estaduais e municipais, no entanto por questões de espaço estas análises foram suprimidas do presente trabalho.

4.3. Distribuição “Geo-Temporal”

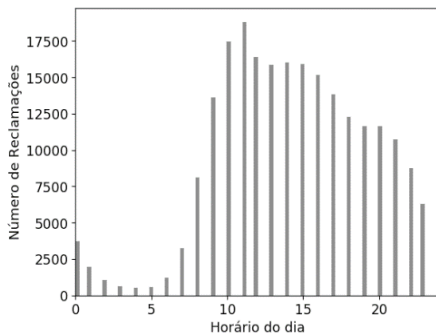
As reclamações coletadas estão distribuídas em todo território do Brasil. São distribuídas de forma heterogênea e desproporcional a taxa populacional de cada região. Na Tabela 6 é possível observar como se dá a distribuição geográfica das reclamações no país através

da comparação das taxas populacionais, PIB, Linhas ativas e de reclamações em cada região. Os dados são apresentados de forma a relacionada ao PIB, taxa populacional e de linhas móveis ativas em cada região.

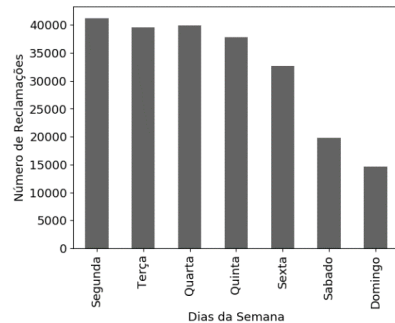
	População	PIB	Linhas ativas	Reclamações
Norte	9%	6%	7%	2%
Nordeste	27%	10%	24%	12%
Centro-Oeste	14%	17%	8%	6%
Sudeste	42%	53%	46%	68%
Sul	14%	14%	15%	12%

Tabela 6 – Proporção populacional (IBGE, 2019), PIB (“Produto Interno Bruto - PIB | IBGE,” n.d.), Linhas ativas (“Móvel_Pessoal - Files - ownCloud,” n.d.) e de reclamações por Região

Na Figura 3, são expostas as quantidades de reclamações por horário e dia da semana, sendo que na Figura 3a contém a distribuição de todas as reclamações em 24 horas e na Figura 3b contém a distribuição de todas as reclamações nos dias da semana.



(a) Hora em que foram realizadas as reclamações



(b) Número de reclamações por dia da semana.

Figura 3 – Número de reclamações por dia da semana.

Observando-se a Figura 3 é possível perceber que não há diferenças significativas entre os meses do ano em relação ao número de reclamações. A distribuição em relação aos dias da semana e horários seguiram também estáveis com variações para baixo nos finais de semana e entre onze horas da noite e oito horas do dia seguinte. No entanto, essas informações podem auxiliar as empresas na definição de tarefas e processos internos para solucionar os problemas levantados nessa plataforma online de reclamações de forma ágil e eficiente.

Aa análise dos dados dispostos na Tabela 6 e figura 3 nos revela alguns *insights* importantes sobre a distribuição das reclamações no país, a saber:

- A região Norte é a região como menor PIB do país, menor número de habitantes e em quantidade de linhas de celulares ativas. Há uma certa discrepância em relação à proporção de reclamações de outras regiões. Todas as outras tiveram a taxa de reclamação mais próxima do número de linhas ativas;
- A região Centro-Oeste tem cerca de 8% do total de linhas ativas e 6% das reclamações coletadas são referentes a essa região;
- A Região Sudeste tem a maior taxa populacional e o maior número de reclamações no país. Sendo assim, a taxa de reclamação desta região é bastante elevada, ficando cerca de 22 pontos percentuais acima do número de linhas ativas;
- Todas as outras regiões, exceto a região sudeste, tiveram taxas de reclamações inferiores a taxa de linhas ativas. O que pode indicar que os clientes da região Sudeste são mais propensos a utilizar plataformas de reclamações online para realizar suas queixas.

5. Considerações Finais

Neste artigo, foram analisadas reclamações de quatro empresas do setor de telecomunicações brasileiro objetivando determinar quais eram os principais tópicos nas reclamações, como elas se relacionam entre si e qual a sua distribuição geo-temporal. Para tal, utilizou-se a metodologia CRISP-DM, sendo que na fase de extração de conhecimento foram aplicados métodos de modelagem de tópicos a nível nacional e regional. Os resultados mostram que o uso de técnicas de mineração de texto combinado com uma análise geo-temporal permite a antecipação e a correção de problemas, a análise de grandes volumes textuais de forma rápida e análises estratégicas do, além de prover bases sólidas para a tomada de decisão por gestores.

As análises conduzidas permitem responder as perguntas de pesquisa, relevando importantes *insights* sobre as empresas analisadas. Por exemplo, em relação à *PP1* – verificou-se que dentre os principais tópicos das reclamações o “*atendimento*” e “*cobrança indevida*” são os tópicos que mais se destacam nas empresas analisadas. Para *PP2*, - identificou-se que a relação entre os tópicos é diferente em cada empresa e indicam que a cadeia de problemas a serem solucionados variam entre os concorrentes. Acerca da *PP3*, verificou-se que existe uma diferença regional em relação aos tópicos das reclamações analisadas, porém não foram identificadas diferenças significativas no número de reclamações durante o ano. Por fim, por meio da resposta da *PP4*, os resultados auxiliam as empresas de telecomunicação no processo de tomada de decisão, uma vez que essas empresas podem direcionar seus esforços para solucionar os problemas de seus clientes de acordo com o contexto em cada região.

Diante disto, a principal contribuição deste estudo está na provisão de uma abordagem de análise de reclamações que identifique as reais necessidades dos usuários de telefonia, auxiliando as empresas identificadas no estudo na implementação de soluções personalizadas por tópico e por região.

No entanto, este estudo apresenta algumas limitações que precisam ser tratadas em trabalhos futuros. A primeira está relacionada a forma como os tópicos foram determinados os quais podem conter viés dos autores. A segunda limitação é relacionada às análises e resultados obtidos, pois não incluem a aplicação prática dos resultados nas empresas. Como trabalhos futuros pretendemos incluir a validação cruzada em todas as etapas da metodologia, e expandir as análises incluindo o uso prático em empresa dos resultados encontrados.

Referências

- Ahmad, S. N., & Laroche, M. (2017). Analyzing electronic word of mouth: A social commerce construct. *International Journal of Information Management*, 37(3), 202–213.
- Aldous, K. K., An, J., & Jansen, B. J. (2019). View, Like, Comment, Post: Analyzing User Engagement by Topic at 4 Levels across 5 Social Media Platforms for 53 News Organizations. In *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media*. (pp. 47-57).
- Alexa. (2019). Alexa - Top Sites in Brazil - Alexa. Retrieved February 3, 2020, from: <https://www.alexa.com/topsites/countries/BR>
- Ali, M., Joorabchi, M. E., & Mesbah, A. (2017). Same App, Different App Stores: A Comparative Study. In *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 4th International Conference on Mobile Software Engineering and Systems, MOBILESoft 2017*, (pp. 79–90).
- Allahyari, M., Pouriyeh, S., Assefi, M., Safaei, S., Trippe, E. D., Gutierrez, J. B., & Kochut, K. (2017). *A Brief Survey of Text Mining: Classification, Clustering and Extraction Techniques*. New York: *arXiv e-prints*.
- Almeida, G. R. T. de, Lobato, F., & Cirqueira, D. (2017). Improving Social CRM through electronic word-of-mouth: a case study of ReclameAqui. In *XIV Workshop de Trabalhos de Iniciação Científica*.
- Alt, R., & Reinhold, O. (2012). Social Customer Relationship Management (Social CRM). *Business & Information Systems Engineering*, 4(5), 287–291.
- Bahtar, A. Z., & Muda, M. (2016). The Impact of User – Generated Content (UGC) on Product Reviews towards Online Purchasing – A Conceptual Framework. *Procedia Economics and Finance*, 37, 337–342.
- Bankole, F. O., Osei-Bryson, K. M., & Brown, I. (2015). The Impacts of Telecommunications Infrastructure and Institutional Quality on Trade Efficiency in Africa. *Information Technology for Development*, 21(1), 29–43.
- Carr, C. T., & Hayes, R. A. (2015). Social Media: Defining, Developing, and Divining. *Atlantic Journal of Communication*, 23(1), 46–65.
- Carrascal, A. I. O., Cotte, D. S., Arango, N. A. R., & Vélez, A. F. P. (2019). Descubrimiento de Conocimiento en Historias Clínicas mediante Minería de Texto. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (34), 29–43.

- Chakraborty, A., Messias, J., Benevenuto, F., Ghosh, S., Ganguly, N., & Gummadi, K. P. (2017). *Who Makes Trends? Understanding Demographic Biases in Crowdsourced Recommendations*. In *Proceedings of ICWSM*, 22–31.
- Chen, Y., Zhang, H., Liu, R., Ye, Z., & Lin, J. (2019). Experimental explorations on short text topic mining between LDA and NMF based Schemes. *Knowledge-Based Systems*, 163, 1–13.
- Chinchilla, L. D. C. C., & Ferreira, K. A. R. (2016). Analysis of the behavior of customers in the social networks using data mining techniques. In *Proceedings of the 2016 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining, ASONAM 2016*, (pp. 623–625).
- Chirumalla, K., Oghazi, P., & Parida, V. (2018). Social media engagement strategy: Investigation of marketing and R&D interfaces in manufacturing industry. *Industrial Marketing Management*, 74(February 2017), 138–149.
- Cirqueira, D., Fontes Pinheiro, M., Jacob, A., Lobato, F., & Santana, A. (2018). A Literature Review in Preprocessing for Sentiment Analysis for Brazilian Portuguese Social Media. In *2018 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI)*, (pp. 746–749). IEEE.
- Cirqueira, D., Pinheiro, M., Braga, T., Jacob, A., Reinhold, O., Alt, R., & Santana, Á. (2017). Improving relationship management in universities with sentiment analysis and topic modeling of social media channels. *Proceedings of the International Conference on Web Intelligence - WI '17*, (pp. 998–1005).
- Constantinides, E., & Holleschovsky, N. I. (2016). Impact of Online Product Reviews on Purchasing Decisions. In *Proceedings of the 12th International Conference on Web Information Systems and Technologies*, (pp. 271–278).
- D'Aquino Netto, J. S., Almeida, G. R. T. de, Lobato, F. M. F. & Jacob, Jr., A. F. L. (2019). Melhorando Sistemas de Social CRM por meio de Eletronic Word-of-Mouth. *Revista Eletrônica de Iniciação Científica*, 17(4).
- Einwiller, S. A., & Steilen, S. (2015). Handling complaints on social network sites - An analysis of complaints and complaint responses on Facebook and Twitter pages of large US companies. *Public Relations Review*, 41(2), 195–204.
- Ernala, S. K., Labetoulle, T., Bane, F., Birnbaum, M. L., Rizvi, Asra F., Kane, J. M. & Choudhury, M. de (2018). Characterizing Audience Engagement and Assessing Its Impact on Social Media Disclosures of Mental Illnesses. In *Proceedings of the Twelfth International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM)*, (pp. 62–71).
- García, S., Luengo, J., Herrera, F., García, S., Luengo, J., & Herrera, F. (2015). Data Preprocessing in Data Mining. In *Intelligent Systems Reference Library* (Vol. 72).
- Gavilanes, J. M., Flatten, T. C., & Brettel, M. (2018). Content Strategies for Digital Consumer Engagement in Social Networks: Why Advertising Is an Antecedent of Engagement. *Journal of Advertising*, 47(1), 4–23.

- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a). Estimativas da população com referência a 1º de julho de 2019 (xls). Retrieved December 21, 2019, from: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-detalle-de-midia.html?view=mediaibge&catid=2103&id=3098>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2019). Downloads. Brasil: IBGE.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). Produto Interno Bruto - PIB Retrieved February 4, 2020, from: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>
- Kim, A. J., & Johnson, K. K. P. (2016). Power of consumers using social media: Examining the influences of brand-related user-generated content on Facebook. *Computers in Human Behavior*, 58, 98–108.
- Li, D., Zamani, S., Zhang, J., & Li, P. (2019). Integration of Knowledge Graph Embedding Into Topic Modeling with Hierarchical. In Proceedings of Ccl, 940–950.
- Liu, J., Li, C., Ji, Y. G., North, M., & Yang, F. (2017). Like it or not: The Fortune 500's Facebook strategies to generate users' electronic word-of-mouth. *Computers in Human Behavior*, 73, 605–613
- Lobato, F., Pinheiro, M., & Jacob Jr, A. (2017). *Social CRM: Biggest Challenges to Make it Work in the Real World*. Business Information Systems Workshops, 263, 221–232.
- McIlroy, S., Ali, N., Khalid, H., & E. Hassan, A. (2016). Analyzing and automatically labelling the types of user issues that are raised in mobile app reviews. *Empirical Software Engineering*, 21(3), 1067–1106.
- Movel_Pessoal - Files - ownCloud. (n.d.). Retrieved February 5, 2020, from https://cloud.anatel.gov.br/index.php/s/TpaFAwSw7RPfBa8?path=%2FMovel_Pessoal
- Mujahid, S., Sierra, G., Abdalkareem, R., Shihab, E., & Shang, W. (2018). An empirical study of Android Wear user complaints. *Empirical Software Engineering*, 23(6), 3476-3502.
- Nusair, K., Hua, N., Ozturk, A., & Butt, I. (2017). A theoretical framework of electronic word-of-mouth against the backdrop of social networking websites. *Journal of Travel and Tourism Marketing*, 34(5), 653–665.
- Olmedilla, M., Martínez-Torres, M. R., & Toral, S. L. (2016). Harvesting Big Data in social science: A methodological approach for collecting online user-generated content. *Computer Standards and Interfaces*, 46, 79–87.
- Rhee, H. T., & Yang, S. B. (2015). How does hotel attribute importance vary among different travelers? An exploratory case study based on a conjoint analysis. *Electronic Markets*, 25(3), 211–226.
- Rodrigues, L. D. F., Baségio Jr., A. , & Lobato, F. M. F. (2019). Disability-Related News: An Analysis of User-Generated Content on Social Media Posts. In Proceedings of the 16th National Meeting on Artificial and Computational Intelligence.

- Rollins, J. B. (2015). Foundational Methodology for Data Science A 10-stage data science methodology that spans technologies and approaches. *IBM Analytics*.
- Salminen, J., Almerexhi, H., Milenković, M., Jung, S.-G., An, J., Kwak, H., & Jansen, B. J. (2018). Anatomy of Online Hate: Developing a Taxonomy and Machine Learning Models for Identifying and Classifying Hate in Online News Media. In *Proceedings of the Twelfth International AAAI Conference on Web and Social Media, (ICWSM)*, (pp. 330–339).
- Silva, J. R. da, Brasil, C. C. P., Silva, R. M. da, Brilhante, A. V. M., Carlos, L. M. de B., Bezerra, I. C., & Filho, J. E. de V. (2018). Redes Sociais e Promoção da Saúde: Utilização do Facebook no Contexto da Doação de Sangue. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (30), 107–122.
- Schafer, F., Zeiselmaier, C., Becker, J., & Otten, H. (2019). Synthesizing CRISP-DM and Quality Management: A Data Mining Approach for Production Processes. In *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions, ICTMOD 2018*, (pp. 190–195).
- Schmäh, M., Wilke, T., & Rossmann, A. (2017). Electronic Word-of-Mouth: A Systematic Literature Analysis. *Lecture Notes in Informatics (LNI)*, 147.
- Sharma, R., Fantin, A. R., Prabhu, N., Guan, C., & Dattakumar, A. (2014). Digital literacy and knowledge societies: A grounded theory investigation of sustainable development. *Telecommunications Policy*, 40(7), 628–643.
- Stone, M. (2015). The evolution of the telecommunications industry — What can we learn from it?. *J Direct Data Digit Mark Pract*, 16, 157–165.
- Tang, C., & Guo, L. (2013). Digging for gold with a simple tool: Validating text mining in studying electronic word-of-mouth (eWOM) communication. *Marketing Letters*, 26(1), 67–80.
- Trstenjak, B., Mikac, S., & Donko, D. (2014). KNN with TF-IDF based framework for text categorization. *Procedia Engineering*, 69, 1356–1364.
- Vermeer, S. A. M., Araujo, T., Bernritter, S. F., & van Noort, G. (2019). Seeing the wood for the trees: How machine learning can help firms in identifying relevant electronic word-of-mouth in social media. *International Journal of Research in Marketing*, xxxx, 1–17.
- Vu, P. M., Nguyen, T. T., Pham, H. V., & Nguyen, T. T. (2016). Mining user opinions in mobile app reviews: A keyword-based approach. In *Proceedings - 2015 30th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering, ASE 2015*, (pp. 749–759).
- Wirth, R. (2000). CRISP-DM : Towards a Standard Process Model for Data Mining. In *Proceedings of the Fourth International Conference on the Practical Application of Knowledge Discovery and Data Mining*, (24959), (pp. 29–39).

Aprendizagem Baseada em Projetos na Disciplina de Interação Humano-Computador

André Barros de Sales, Maurício Serrano, Milene Serrano

andrebdes@unb.br, serrano@unb.br, mileneserrano@unb.br

Faculdade do Gama, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, 72.444-240, Brasil

DOI: 10.17013/risti.37.49-64

Resumo: A busca por abordagens didáticas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem vem instigando educadores. Diante dessa necessidade, tem-se experimentado a abordagem Aprendizagem Baseada em Projetos em disciplinas de cursos de graduação. Este artigo apresenta o relato de experiência do uso dessa abordagem na disciplina de Interação Humano-Computador do curso de graduação de Engenharia de Software da Faculdade do Gama da Universidade de Brasília. A pesquisa envolveu a participação de 63 estudantes que analisaram e avaliaram essa abordagem por meio de questionários no segundo semestre de 2019. Os dados coletados mostram que os estudantes aprovaram a utilização dessa abordagem nas aulas daquela disciplina.

Palavras-chave: Interação Humano-Computador; Aprendizagem baseada em Projetos; Abordagem Ativa, Didática e Colaborativa; Modelos Pedagógicos de Aprendizagem.

Project-Based Learning in the Discipline of Human-Computer Interaction

Abstract: The search for didactic approaches to improve the teaching-learning process has been instigating educators. In view of this need, the Project-Based Learning approach has been experimented in undergraduate courses. This article presents an experience report on the use of the Project-Based Learning approach in the discipline of Human-Computer Interaction of the undergraduate course in Software Engineering at Gama campus of the University of Brasília. In the second semester of 2019, 63 students participated in this research by analyzing and evaluating this approach through questionnaires. The data collected show that students approved the use of this approach in the classes of that discipline.

Keywords: Human Computer Interaction; Project-based Learning; Active, Didactic and Collaborative Approach, Pedagogical Models of Learning.

1. Introdução

Cada vez mais a capacitação e a formação qualificada de profissionais são necessárias na sociedade em que vivemos. Um dos compromissos das instituições de ensino com a

sociedade é formar bons profissionais, em cursos de curta duração, graduação ou pós-graduação (Enricone, 2002).

A cada momento, a tecnologia digital conquista mais espaço e se consolida no cotidiano das pessoas. A qualidade da educação no ensino de Engenharia de Software – ES pode contribuir significativamente para o avanço do Estado da Arte do desenvolvimento de *software*, auxiliando na solução de alguns problemas tradicionais com as práticas da indústria de *software* (Gibbs, 1994).

Lima *et al.* (2019) identificaram estas adversidades mais presentes no processo de ensino e aprendizagem em ES: a dificuldade do estudante no processo de aprendizado e a complexidade dos conteúdos abordados. Os estudantes relatam situações de desmotivação, desinteresse e carência de abordagens práticas. Os autores também mostram que as metodologias ativas promovem aplicação de atividades que envolvem práticas do mundo real, elevação das competências interpessoais e motivação dos estudantes ao se depararem com as questões pedagógicas. As abordagens mais utilizadas no ensino em ES são a Aprendizagem Baseada em Problemas, sala de aula invertida e uso de *games*, com destaque para a primeira.

Diversas abordagens de metodologias Inov-Ativas (Ativas, Ágeis, Imersivas e Analíticas) têm sido pesquisadas e usadas no processo de ensino-aprendizagem (Filtró e Calvacanti, 2018). Abordagem ativa é a Aprendizagem baseada em Projetos (PBL - *Projects Based Learning*) que permite que os estudantes tenham articulação com a realidade profissional, relacionando teoria e prática. Adicionalmente, desenvolvem competências transversais, como: realização de atividades colaborativas; apresentação de ideias e problemas de forma adequada; comunicação oral e escrita; condução de reuniões; tomada de decisão, e gerenciamento de conflitos e projetos (Correia e Oliveira, 2020; Filtró e Calvacanti, 2018; Santana, 2009, Fernández March, 2006).

A Universidade de Brasília (UnB) tem apoiado a pesquisa, a produção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de metodologias educacionais inovadoras no processo de ensino e aprendizagem através de uma iniciativa chamada Programa Aprendizagem para o 3º Milênio (A3M). Essas iniciativas resultam em processos e/ou produtos nos cursos da universidade. A busca por abordagens didáticas para melhorar o processo de ensino-aprendizagem tem motivado alguns educadores.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a avaliação discente sobre o uso da Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de Interação Humano-Computador do curso de Engenharia de Software da Universidade de Brasília.

O artigo está organizado da seguinte forma: a seção 2 apresenta o embasamento teórico da pesquisa; a seção 3 contempla a metodologia; na seção 4, tem-se a discussão dos resultados; na seção 5, os trabalhos relacionados, e na seção 6, são tecidas as considerações finais. O artigo é encerrado com as referências bibliográficas.

2. Referencial Teórico

Esta seção está organizada em duas subseções. As seções 2.1 e 2.2 descrevem, respectivamente, os modelos pedagógicos de aprendizagem mais conhecidos na literatura e mais especificamente a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos.

2.1. Visão Geral de Modelos Pedagógicos de Aprendizagem

Procurando construir uma visão geral dos principais modelos pedagógicos de aprendizagem ao longo dos tempos, tem-se que durante muitas décadas a comunidade envidou esforços em três modelos principais: heteroestruturação, autoestruturação e interestruturação (Not, 1979). Convém salientar que esses modelos consideram o conhecimento como uma relação combinada entre informações sistematizadas (de cunho científico) e informações culturais assistemáticas (de cunho popular). Seguem algumas considerações acerca desses modelos:

- **Heteroestruturação:** neste modelo, a maioria das iniciativas de aprendizagem segue normas tradicionais, tratando o conhecimento como algo estruturado, que o professor, visto como agente especializado, transfere aos aprendizes de forma didática. Portanto, o professor tem papel ativo no processo pedagógico, deixando o aprendiz em posição passiva na construção do seu conhecimento. Sendo assim, o conhecimento é adquirido pelo aprendiz por intermédio do professor.
- **Autoestruturação:** modelo que aborda processos pedagógicos baseados em métodos livres, pouco ou não diretrizados. Aqui, motivação é a palavra de ordem: espera-se que o aprendiz tome iniciativa direta na aquisição do conhecimento. O professor atua com foco no estudante, que, uma vez motivado, irá aprender. Nesse sentido, cabe ao professor o papel de motivador, deixando as ações do aprendiz sobre o conhecimento serem guiadas pelos interesses dele e no ritmo dele.
- **Interestruturação:** neste modelo, os processos pedagógicos se orientam por teorias do Construtivismo (Piaget, 1973) e Construcionismo (Papert, 1991), nas quais o conhecimento é gerado por meio de interações do sujeito com seu meio. Segundo essas teorias, o aprendiz ocupa uma posição ativa na construção do conhecimento, cabendo ao professor o papel de orientador. Espera-se e estimula-se que o aprendiz tome contato e interaja com o conhecimento, resultando na compreensão do contexto que o cerca; na busca por soluções diante de indagações baseadas no contexto e no aprendizado condizente com a capacidade do aprendiz. Acredita-se ainda que, se mantida essa interação, haverá evolução constante do conhecimento.

Desde então, diferentes autores vêm procurando propor, investigar e aplicar novos processos pedagógicos de aprendizagem, no intuito de proporcionar aos estudantes um aprendizado pleno e consentâneo com a realidade profissional que enfrentarão no mercado de trabalho. Em tal cenário, surgem debates com o intuito de revisar as práticas tradicionais de ensino e acordando possibilidades de metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica (Barbosa, 2013).

Dentre as iniciativas relevantes que buscam atender às necessidades da educação profissional, destacam-se as abordagens de Aprendizagem Baseada em Problemas e Aprendizagem Baseada em Projetos, ambas vistas como novo paradigma de aprendizagem que gera e incentiva práticas docentes inovadoras, centradas na atuação profissional e procurando superar as limitações dos modelos tradicionais de ensino. Essas iniciativas combinam princípios dos modelos pedagógicos Auto Estruturação e

Interestruturação, com maior foco neste último, além de usar práticas mais inovadoras, como, por exemplo, os casos reais.

Segundo Santana (2009), Bender (2014) e Neto & Sorter (2017), esse paradigma propõe um método sistemático de aprendizagem, no qual os estudantes adquirem conhecimentos e habilidades por meio de extenso processo de investigação, estabelecido com base em questões reais, instigantes, autênticas e não triviais, cujo planejamento é bastante criterioso. Esses autores alertam que a literatura corriqueiramente acorda sobre nomenclaturas variadas adotadas em projetos e problemas como meio para aplicar processos pedagógicos de aprendizagem. Alertam ainda que poucos concordam quanto ao significado exato desses termos, sendo, portanto, utilizados por muitos especialistas como sinônimos. Por fim, os autores concluem que todas essas iniciativas objetivam, com base na descrição de casos reais ou problemas mal-estruturados, a aquisição de conhecimentos pelos estudantes, enquanto motivados para buscar soluções. Esses conhecimentos podem ser específicos (parte técnica) e/ou habilidades gerais (parte não-técnica), como gerência de recursos humanos e de projetos; desenvolvimento na resolução de problemas; comunicação oral e escrita; trabalho colaborativo; liderança de equipes; conhecimentos em áreas afins e outros.

Diante do exposto e com base em outros pontos de vista, como de Klein & Ahlert (2019), na presente pesquisa entende-se que a Aprendizagem Baseada em Problemas e abordagens similares centralizam esforços no aprendizado baseado na resolução de um problema específico e numa área do conhecimento também específica. A resolução desses problemas se dá numa frequência diária, semanal ou mensal. Por outro lado, entende-se por Aprendizagem Baseada em Projetos e abordagens similares como algo mais abrangente, onde são aplicadas técnicas de aprendizagem orientadas para investigar casos reais, propostas de solução aos casos investigados, e maior percepção de que a solução mostrou-se ou não satisfatória quando aplicada. O conhecimento é adquirido de forma holística, permitindo adentrar áreas correlatas à área original dos casos reais apresentados. Nesse sentido, o escopo do que se apresenta ao aprendiz é mais abrangente, exigindo mais tempo e dedicação na busca por solução. Sendo assim, optou-se por explorar aqui a Aprendizagem Baseada em Projetos.

2.2. Aprendizagem Baseada em Projetos

Mills & Treagust (2003) e Correia & Oliveira (2020) abordam algumas particularidades e fazem reflexões sobre o aprendizado da Engenharia e do Aprendizado baseado em Projetos. Seguindo a linha de raciocínio dos autores, as cinco principais críticas ao ensino da Engenharia utilizando modelos pedagógicos tradicionais são:

1. Matrizes curriculares dos cursos focadas no conhecimento científico da Engenharia bem como em partes técnicas, sem a devida integração desses tópicos com a parte prática, demandada pelas indústrias quando o egresso é contratado. Os programas, portanto, são dirigidos quase exclusivamente a conteúdos.
2. Os programas não proveem experiências de projeto suficientes para os estudantes em tempo de graduação.
3. Nesses programas, os graduandos comumente não desenvolvem habilidades de

comunicação nem experiências com o trabalho em equipe.

4. Os programas não aproximam os estudantes de aspectos sociais, ambientais, econômicos e legais. Entretanto, eles são imprescindíveis para a prática da Engenharia moderna.
5. Finalmente, os programas carecem do exercício de experiências práticas, impossibilitando que o estudante perceba as correlações entre teoria e prática.

A ação de projetar algo é atividade intrínseca à Engenharia. Sendo assim, a estratégia de ensinar práticas de projeto tem sido proposta em vários programas de Engenharia há alguns anos. Essa estratégia se assemelha com as práticas utilizadas nas abordagens de metodologias Inov-Ativas, conforme destacado pelos autores Williams & Williams (1994) e Neto & Soster (2017). Cabe aqui mencionar as seguintes similaridades entre elas:

- Trabalham com o conceito de fases ou estágios em busca da solução;
- Iniciam suas atividades procurando identificar uma situação de projeto ou um problema que diretamente esteja associada(o) ao contexto de interesse da área de estudo do estudante;
- Demandam proatividade por parte do estudante, além de motivação e desenvolvimento de habilidades de gerência;
- Proporcionam lidar com aspectos que vão emergindo ao longo da busca por soluções; e
- Encorajam o estudante a refletir e desenvolver percepções sobre o que foi atingido ao longo do processo.

Retomando as considerações dos autores Mills & Treagust (2003) e Correia e Oliveira (2020), merecem destaque as reflexões quanto à pertinência da orientação por projetos com as demandas profissionais da Engenharia. Nesse sentido, os autores mencionam que o termo *Project* é universalmente utilizado nas práticas de Engenharia como uma *unit of work*. Praticamente, cada tarefa na prática profissional, realizada por engenheiro, está relacionada a projeto. Obviamente, os projetos podem ser em várias escalas. Entretanto, no geral, demandam esforços por um período razoável de tempo: meses, anos, décadas. Além disso, um projeto se constrói em partes, mesmo que se trate de um projeto de longa vida, resultando na modularização do projeto macro em vários projetos menores.

Nesse sentido, Mills & Treagust (2003) e Correia & Oliveira (2020) concluem que a Aprendizagem baseada em Projetos se lança à frente da Aprendizagem baseada em Problemas por ser mais pertinente para a educação profissional em Engenharia. Eis algumas vantagens da Aprendizagem baseada em Projetos:

- As típicas tarefas de projeto estão mais próximas da realidade profissional e demandam mais tempo de dedicação para serem tratadas do que exige a solução dos problemas comumente utilizados na Aprendizagem baseada em Problemas;
- O trabalho envolvido na abordagem orientada a projetos permite uma correspondência mais direta na aplicação do conhecimento, aproximando teoria e prática; e
- A orientação a projetos exige que estudantes gerenciem tempo e recursos, além de distribuir tarefas e atribuir papéis, o que, novamente, aproxima o estudante das práticas reais da engenharia moderna.

Adicionalmente ao até aqui exposto, e procurando justificar a escolha da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos nesta pesquisa, foram considerados os incentivos do Ministério da Educação e da própria UnB, que estimulam o ensino da Engenharia utilizando currículos mais flexíveis, apoiados em abordagens pedagógicas centradas no estudante e que lhe permitam vivenciar a realidade profissional durante a graduação. Nesse contexto, os estudantes experimentam a inter, a multi e a transdisciplinaridade, além das seguintes competências: integração social; consciência ambiental; questões éticas e maior aproximação entre teoria e prática. Conforme será detalhado ao longo das demais seções do artigo, a condução da Aprendizagem baseada em Projetos foi a estratégia escolhida porque se orienta por habilidades cognitivas desejadas na formação do engenheiro, como: operações mentais e raciocínio rápido, proatividade, postura e tomada de decisão.

Dentre as contribuições esperadas, têm-se o contato e o desenvolvimento da articulação com a realidade profissional, correlacionando aspectos teóricos e práticos, e o despertar de competências transversais, com destaque para: colaboração, trabalho em equipe e preocupação com o coletivo; exposição adequada de ideias, problemas e soluções; maior apreço pela comunicação oral e escrita e gerenciamento de conflitos e das demandas do projeto, incluindo a necessidade de agendar reuniões periódicas de alinhamento e controlar o tempo para realização das tarefas.

Segundo Neto & Soster (2017) e Correia & Oliveira (2020), na literatura atual não existe algo que forneça uma orientação sistemática para operacionalizar a Aprendizagem Baseada em Projetos em nível de graduação, permitindo experimentações de conteúdos com viabilidade comprovada. É necessário ainda ter foco no desenvolvimento das habilidades não-técnicas, pouco exploradas nos currículos tradicionais, mas bastante exigidas pelo mercado de trabalho quando for contratar os futuros profissionais de Engenharia. Nesse sentido, a presente pesquisa procura apresentar os resultados da aplicação de uma abordagem que se transforme num guia prático para operacionalizar essa aprendizagem. Esse guia não é uma abordagem sistemática, mas demonstra ser possível desenvolver, em ambiente acadêmico, atividades colaborativas que estimulem os estudantes a buscar o desenvolvimento das habilidades não-técnicas (competências transversais), além das já estabelecidas no currículo.

Um dos problemas da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos é que, quando se desenvolve um projeto, os estudantes e o professor podem perder o foco dos objetivos de aprendizagem estabelecidos. Assim, o desenvolvimento do projeto pode não demonstrar os conteúdos curriculares propostos para a aprendizagem. Mesmo que o protagonismo dos discentes nessas situações de aprendizado seja mais acentuado, é imprescindível acompanhar cada etapa do projeto, cabendo ao professor oferecer-lhes ajuda e orientação durante todo esse período (Filatro & Calvacanti, 2018).

3. Metodologia

A presente pesquisa foi desenvolvida em caráter exploratório no curso de ES “*com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato*” (Gil, 1999). A abordagem da pesquisa é do tipo qualitativo, pois “*a pesquisa qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas sim*

com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização..." (Gerhardt, 2009). O grupo social analisado constituiu-se de discentes da disciplina Interação Humano-Computador (IHC) do curso de graduação em Engenharia de Software (ES) da UnB, Brasil.

Os dados foram coletados por meio da aplicação de um questionário impresso aos discentes da disciplina. O questionário era composto de 27 questões, sendo duas abertas e 25 fechadas de múltipla escolha. Algumas questões fechadas do questionário utilizaram a escala Likert. O objetivo do questionário foi avaliar a utilização da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de IHC, uma das disciplinas obrigatórias do curso de ES, posicionada no quinto período, com carga horária de 4 créditos.

A disciplina de IHC se desenvolve num total de 32 encontros (aulas) com a duração de 1h50min. Nos primeiros encontros foram apresentados: a ementa, o plano da disciplina, o método de ensino, a apresentação do projeto a ser desenvolvido e a proposta de divisão dos grupos. O projeto a ser desenvolvido envolvia encontrar um site com pouca usabilidade e aplicar os conceitos da disciplina de IHC para aumentar-lhe a usabilidade. Da quarta até a 28a. aula, a dinâmica de ensino-aprendizagem foi distribuída em módulos que consistiam em um conjunto de três tipos de aula (aula de conceito, aula de tutoria e aula para as apresentações).

A depender do conceito abordado na disciplina, a aula de conceito poderia ser ministrado um ou dois conceitos juntos em um ou dois encontros. Na aula de tutoria, cada grupo apresentava as dúvidas sobre a aplicação do conteúdo ao projeto, uma espécie de sessão de tutoria. Essa aula em geral tomava um encontro. Na aula para as apresentações, era realizada uma avaliação parcial do andamento do projeto por parte do docente.

Os critérios de avaliação foram quatro: (i) colaboração (participação nas atividades do projeto; o ideal é que cada membro colaborasse um pouco com cada tipo de atividade para ter um aprendizado mais abrangente no projeto); (ii) pontualidade (entrega das atividades dentro dos prazos estabelecidos); (iii) proatividade (iniciativa e interesse na participação do projeto: requisitava tarefas e se responsabilizava por elas); e (iv) qualidade (indica a qualidade do trabalho entregue, se não exigia retrabalho).

Na disciplina, para auxiliar na avaliação individual, foi solicitado que cada discente identificasse e adicionasse os seus próprios artefatos elaborados para o projeto no repositório da disciplina (<https://github.com/Interacao-Humano-Computador>) que possui um controle de versão. Todos os discentes tinham acesso de leitura em todos os artefatos no repositório da disciplina, mas acesso de adicionar, modificar ou excluir apenas na organização do grupo. Esse no repositório da disciplina também permitia o compartilhamento os artefatos dos projetos com todos os discentes da turma. Os grupos deveriam utilizar ferramentas para comunicação (troca de mensagens e videoconferência), para planejar e gerenciar as atividades, e para armazenar arquivos de forma colaborativa. Essas demais ferramentas deveriam ser definidas em grupo.

A aula das apresentações poderia tomar até dois encontros, na qual cada grupo apresentava os resultados da aplicação do conteúdo no projeto para o professor e para os demais grupos da turma. Era um momento de compartilhamento dos resultados e das soluções, possibilitando que todos apresentassem dúvidas e/ou colocações sobre o

conteúdo, além de conferir um retorno pontual sobre as contribuições e as dificuldades de aplicá-lo nos projetos em andamento.

Visando conferir alguns detalhes mais específicos, destaca-se que a pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2019, na disciplina de IHC, numa turma com 65 estudantes matriculados, formando 10 grupos de 6 estudantes e apenas um grupo com 5 estudantes. Dos 65 estudantes matriculados, 64 concluíram a disciplina, dos quais 63 anuíram em participar da pesquisa após lerem e assinarem o termo de consentimento livre, representando 96,9% do grupo. Trata-se de uma amostra significativa de participantes, já que a participação era facultativa.

A disciplina foi conduzida por um docente com doutorado em Ciência da Computação com mais de 12 anos de experiência em magistério no ensino superior.

Seguem algumas particularidades da aplicação dessa abordagem na disciplina:

- Quantidade de discentes, com mais de 60 (sessenta) estudantes;
- Estudantes em diferentes períodos do curso de graduação, evidenciando heterogeneidade em termos de conhecimentos, e
- Necessidade de atividades para motivar iniciativas individuais, com entregas periódicas, o que permitiu complementar a metodologia orientada a projetos.

Da construção do questionário aplicado, pode-se mencionar que foi composto por dois blocos de questões: (i) o primeiro bloco, sobre o perfil dos respondentes (idade, sexo, semestre que está cursando, forma de ingresso na universidade, em quais atividades desejam atuar após a conclusão do curso, qual a importância da disciplina IHC e qual o interesse atual na disciplina de IHC; e (ii) o segundo bloco contemplava questões sobre a utilização da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de IHC.

O questionário foi aplicado aos 63 discentes no início da penúltima aula da disciplina após divulgar as menções dos discentes (nota final da disciplina). Com relação às variáveis demográficas, o perfil dos respondentes foi assim delineado: 55 homens (87,3%) e 8 mulheres (12,7%), com faixa etária entre 19 e 35 anos, majoritariamente na idade entre 20 e 22 anos (76,2%). Os respondentes cursaram a disciplina entre o quinto e o décimo semestre do curso de ES, com predomínio do quinto semestre (55,6%).

Os dados obtidos nas respostas dos participantes da pesquisa ao questionário foram tabulados e deles extraídas inferências com base na sua análise. Todos os valores percentuais da pesquisa estão arredondados em uma casa decimal após a vírgula.

4. Discussão dos Resultados

Esta seção está organizada em duas subseções: a primeira com os resultados das repostas ao questionário sobre o perfil e o interesse dos discentes na disciplina de IHC; a segunda seção detalha a avaliação da abordagem PBL na disciplina de IHC.

4.1. Levantamento do Perfil e dos Interesses dos Discentes

Os dados fornecidos pelos discentes nesta etapa foram: as áreas desejadas para atuar depois de formados em ES, e a importância atribuída à área de IHC antes e depois do curso, cujos resultados são mostrados em percentuais na Tabela 1.

Área de Atuação	Desejo de Atuação
<i>Desenvolvimento de Software</i>	76,2%
<i>Gerente de Equipe de Software</i>	60,3%
<i>Empreendedor (Startup)</i>	47,6%
<i>Aplicativos para Dispositivos Móveis</i>	41,3%
<i>Desenvolvimento de Jogos</i>	34,9%
<i>Arquiteto de Software</i>	33,3%
<i>Cientista de Dados</i>	20,6%
<i>Outra Atividade</i>	11,1%
<i>Funcionário Público</i>	9,5%
<i>Administrador de Banco de Dados</i>	7,9%

Tabela 1 – Áreas de atuação desejadas após a conclusão do curso de graduação

Essa tabela mostra que o maior interesse dos discentes é por atuar em “Desenvolvimento de Software”, com 76,2% , seguida de perto pela área de “Gerente de Equipe de Software”, com 60,3%. “Administrador de Banco de Dados” foi a área pela qual os discentes mostraram menor interesse. Percebe-se que o perfil de desenvolvedor é bastante acentuado entre os participantes.

Já quanto à importância da disciplina na sua visão, os discentes atribuíram valores de 1 a 5, sendo 5 a nota máxima. É interessante enfatizar que os dados registram: a importância antes de cursar a disciplina; a importância considerando a formação do Engenheiro de Software depois de cursar a disciplina e qual o interesse dos discentes pela área de IHC no momento da aplicação do questionário na penúltima aula da disciplina. Os resultados podem ser vistos na Tabela 2.

Área de Atuação	Frequência					Média	Desvio padrão
	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
<i>Qual a importância da disciplina (antes de cursá-la).</i>	4 (6,3%)	14 (22,2%)	26 (41,3%)	12 (19%)	7 (11,1%)	3,1	1,1
<i>Importância da disciplina para a formação de Engenheiro de Software (após cursar a disciplina).</i>	0 (0%)	0 (0%)	1 (1,6%)	24 (38,1%)	38 (60,3%)	4,6	0,5
<i>Qual o seu interesse atual na disciplina de IHC.</i>	0 (0%)	2 (3,2%)	7 (11,1%)	30 (47,6%)	22 (34,9%)	4,2	0,8

Tabela 2 – Importância da disciplina de IHC

A Tabela 2 mostra que a média das notas atribuídas pelos discentes à importância da disciplina IHC antes de cursar a disciplina foi de 3,1 com o desvio padrão de 1,1. Entretanto, após cursar a disciplina, 60,3% dos discentes atribuíram nota máxima à importância da disciplina para a formação do Engenheiro de Software, produzindo uma média de 4,6 com desvio padrão de 0,5 para essa pergunta. A Tabela II também evidencia que a maioria dos discentes se interessa pela disciplina IHC, com média 4,2 e desvio padrão de 0,8.

4.2. Avaliação da Abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na Disciplina Interação Humano-Computador sob a Perspectiva dos Discentes

Foi solicitado aos participantes que atribuíssem uma nota de 1 a 5, sendo 1 o menor valor e 5 o maior. Tal estratégia foi adotada com o intuito de avaliar o conhecimento adquirido e as habilidades desenvolvidas com a aplicação da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de IHC.

Na Tabela 3 observa-se que a maioria (73%) dos participantes atribuiu nota máxima (5) à questão se a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos proporciona uma boa aprendizagem, produzindo uma média de 4,7 e desvio padrão de 0,4. Já as notas mínimas 1 e 2 não foram atribuídas por nenhum dos participantes.

Esta experiência com PBL:	Frequência					Média	Desvio padrão
	Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
Proporciona uma boa aprendizagem do conteúdo.	0	0	0	17 (27%)	46 (73%)	4,7	0,4
Contribui para o entendimento dos aspectos práticos.	0	0	1 (1,6%)	13 (20,6%)	49 (77,8%)	4,8	0,5
Proporciona experiência com questões de aspectos reais e práticos.	0	0	2 (3,2%)	24 (38,1%)	37 (58,7%)	4,6	0,6
Melhora o entendimento na aula.	0	0	4 (3,%)	15 (23,8%)	46 (73%)	4,7	0,5
Desenvolve a habilidade de trabalhar em equipe.	0	0	4 (6,3%)	17 (27%)	42 (66,7%)	4,6	0,6
Aumenta o desempenho para resolver problemas.	0	1 (1,6%)	5 (7,9%)	24 (38,1%)	33 (52,4%)	4,4	0,7

Tabela 3 – Utilização da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de Interação Humano-Computador

A Tabela 3 mostra que a maioria dos respondentes atribuiu notas máximas às questões relacionadas à aquisição de conhecimento (aprendizagem do conteúdo), donde se infere que, para essa maioria, que atribuiu nota 5 a essa questão, a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos auxilia no desenvolvimento de algumas habilidades do Engenheiro

de Software, com destaque para: trabalho em equipe e aumento do desempenho para resolver problemas.

Foram coletados ainda outros dados que devem ser citados para maior clareza dos resultados da aplicação da abordagem, nos seguintes aspectos: as demandas para cursar a disciplina; as constantes apresentações; as avaliações realizadas ao longo da disciplina, e uma pergunta aberta sobre os pontos negativos e positivos da aplicação da Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina.

Os participantes foram solicitados ainda que atribuíssem os conceitos “muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “excelente” à demanda da disciplina e às constantes apresentações nas aulas durante o semestre. A cada um desses conceitos foram atribuídos pesos de 1 até 5, sendo 1 para o muito ruim e 5 para excelente.

Sobre se eles se sentiram muito solicitados pelas demandas de cursar a disciplina, a maioria (68,9%) dos participantes atribuiu o conceito “excelente”, seguido de longe pelo conceito “bom” com 26,2%, o conceito “regular” com 3,3%, o conceito “ruim” com 1,6% e o conceito “muito ruim” não pontuou (0%). Esta questão obteve nota média de 4,6 com desvio padrão de 0,6.

Após a aula de conceito e a sessão de tutoria, os grupos apresentaram os resultados parciais do andamento do projeto para todos os demais grupos e professores. A tais dinâmicas a maioria (54%) dos discentes atribuiu o conceito “bom”, seguido do conceito “excelente” com 42,9%; o conceito “regular” teve 3,2%, enquanto os conceitos “ruim” e “muito ruim” não pontuaram (0% cada). A nota média desta questão foi 4,4 com desvio padrão de 0,6.

Solicitados a atribuir nota de 1 a 5 às avaliações periódicas, sendo 1 para o menor valor e 5 para o maior, 45,2 % dos participantes atribuíram nota de valor 4, enquanto 45,2% atribuíram nota 5, seguidos da nota de valor 3 com 8,1%. Já o valor 2 obteve 1,6%, e a nota de valor 1 não pontuou. A nota média desta questão foi 4,3 com desvio padrão de 0,7.

Uma pergunta aberta do questionário foi sobre pontos negativos e positivos do uso da Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina IHC. Nesse caso, a metodologia de análise dos resultados utilizada baseou-se na leitura de todas as respostas. Posteriormente, foram categorizadas essas respostas em impressões positivas e negativas, uma vez que impressões positivas eram percebidas inclusive nos pontos negativos e vice-versa, como se vê em algumas respostas dos discentes:

- *“Positivo: Trabalhar em projetos facilita a fixação do conteúdo. Negativo: O excesso de trabalho, possibilidade de criar competição entre os grupos.”*
- *“Positivo: Aplicação dos conceitos na prática, dinâmicas que ajudam na melhora do projetos (sic) e feedbacks do professor em cada apresentação. Ponto negativo: esforço grande na elaboração do projeto.”*
- *“Ponto positivo: disciplina bem clara e direta, muita prática.”*
- *“Ponto positivo: trabalho em grupo, fixação do conteúdo através da aplicação prática; desenvolvimento contínuo do trabalho. Ponto negativo: por ser em grupo, inevitavelmente alguns fazem mais do que outros; pouco tempo entre pontos de controle.”*

5. Trabalhos Relacionados

Alguns autores evidenciam o uso de Aprendizagem baseada em Projetos em sala de aula, o que confere similaridade ao presente trabalho. Em Santos *et al.* (2019), os autores apresentam os resultados obtidos numa pesquisa na qual aplicam Aprendizagem baseada em Projetos para desenvolver aplicativos para a área da saúde. A amostra foi de 21 graduandos, dentre os quais, ao final da pesquisa, 15 se declararam motivados com o aprendizado de novas tecnologias e 16 se sentiam aptos a desenvolver novos aplicativos. Trata-se de amostragem com poucos estudantes, o que difere da presente abordagem, que é direcionada a turmas maiores, dada a proposta da Faculdade do Gama da UnB.

Chagas *et al.* (2019) concordam que dada a constante mudança e a complexidade digital, as instituições de ensino devem ser receptíveis a mudanças e adaptações, estando preparadas para possibilitar que os discentes sejam capazes de desenvolver habilidades e competências trabalhando de forma colaborativa, de preferência num modelo de aprendizagem contínua. Nesse sentido, os autores propuseram uma abordagem metodológica multirreferencial no curso de Comunicação Social da Universidade Tiradentes, na disciplina Marketing I, em turmas de 22 a 37 estudantes. Eles usaram uma atividade descritiva para resolução de problemas, um questionário para identificar o perfil das competências informacionais e uma oficina. Perceberam que os estudantes desenvolveram competências na realização de buscas por conteúdos, atitude desejada na curadoria de conteúdo digital. Similarmente, a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos, proposta no presente artigo, também instiga o estudante a buscar conteúdos. Esse incentivo é proporcionado via apresentação de problemas reais nos projetos utilizados na disciplina de IHC. Essa postura proativa do estudante também é uma habilidade desejada no perfil do engenheiro de *software* contemporâneo.

Diante do exposto, três particularidades tornam esta pesquisa ainda mais singular:

- Número razoável de estudantes envolvidos, mais de 60 (sessenta);
- Heterogeneidade no quadro discente, predominando estudantes do quinto período da graduação, mas com a presença de estudantes de semestres mais avançados e de profissionais que já atuam em empresas e retornam à academia para atualização/capacitação; e
- Uso de práticas complementares visando a mitigar alguns problemas identificados na Aprendizagem baseada em Projetos, como o uso de atividades para incentivar iniciativas individuais, com entregas individuais periódicas, dentro ou fora do escopo do projeto. Entregas individuais enviadas através da plataforma de ambiente virtual de aprendizagem e no repositório da disciplina (<https://github.com/Interacao-Humano-Computador>).

No total, cinco experimentações da metodologia foram realizadas: em 2/2017, 1/2018, 2/2018 e 1/2019, incluindo a aplicação dessa abordagem em outras disciplinas do curso, como na disciplina Requisitos de Software. Entretanto, apenas a última experimentação foi documentada com mais rigor, sendo seus resultados apresentados no presente artigo com base na disciplina IHC. Por fim, pode-se concluir que os resultados foram bastante satisfatórios, como comprovam os depoimentos dos discentes.

6. Considerações Finais

Este artigo procurou apresentar os principais resultados da avaliação da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de Interação Humano-Computador do curso de Engenharia de Software da UnB.

Num primeiro momento, foram consultados alguns Modelos Pedagógicos de Aprendizagem, com o intuito de construir uma visão deles através do tempo, considerando ainda alguns modelos mais tradicionais diante das necessidades dos egressos em ES para atender exigências do mercado de trabalho. Nesse contexto, ganham destaque as abordagens de metodologias Inov-Ativas, como Aprendizagem baseada em Problemas e Aprendizagem baseada em Projetos.

Procurou-se ainda justificar a aplicação da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos, salientando que existem:

- Típicas tarefas de projeto que estão mais próximas da realidade profissional e demandam maior tempo de dedicação para serem tratadas;
- Necessidade de correspondência direta para aplicar o conhecimento, aproximando teoria e prática, e
- Necessidade de gerenciamento de tempo e de recursos, além de distribuição das tarefas com atribuição de papéis, permitindo que o estudante conviva mais com práticas reais da Engenharia moderna.

Partindo do princípio de que na literatura atual não existe nada que possa orientar de forma sistemática a operacionalização da Aprendizagem baseada em Projetos, em cursos de graduação, permitindo experimentar conteúdos com viabilidade comprovada, conforme colocado em Santana (2009), Neto & Sorter (2017) e Correia & Oliveira (2020), a presente pesquisa apresenta alguns resultados da aplicação de Aprendizagem baseada em Projetos. Como também relatado em Bender (2014) e Correia & Oliveira (2020), tal iniciativa demonstra ser possível desenvolver, em ambiente acadêmico, atividades colaborativas que despertem o interesse dos estudantes por conteúdos técnicos, aumentando seus conhecimentos e desenvolvendo suas habilidades para trabalhar em equipe, gerenciar atividades e ser proativo na resolução de problemas.

Um conjunto de dados foram coletados sobre:

- O perfil dos discentes, predominando aqueles que almejam trabalhar com desenvolvimento de *software* quando formados;
- A importância que os discentes conferem à disciplina IHC antes e depois do curso, com expressivo aumento do interesse pela área após a disciplina;
- O reconhecimento de que a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos proporcionou boa aprendizagem, maior compreensão dos aspectos práticos e experiência real na prática, aproximando teoria e prática em sala de aula;
- O comprometimento exigido para cursar a disciplina, principalmente devido às apresentações e avaliações constantes. Os discentes reconhecem que a abordagem exige muito deles, mas os ganhos compensam o esforço; e
- Os pontos negativos e positivos da aplicação da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina: aqui a avaliação dos discentes foi com

respostas a uma pergunta aberta no questionário. No geral, as respostas mencionam que a abordagem exige tempo e esforço, mas que o aprendizado é dinâmico e contínuo. Inclusive, houve opinião de que essa abordagem deveria ser aplicada para todas as disciplinas do curso de ES.

Diante do exposto, a abordagem pareceu indicar resultados bastante positivos, o que tem estimulado sua aplicação em outras disciplinas da grade curricular do curso, como: Arquitetura e Desenho de Software e Requisitos de Software.

Convém salientar ainda que foram percebidas algumas fragilidades da abordagem, sendo as dificuldades mais sensíveis:

- Adaptar a abordagem para turmas com número elevado de discentes matriculados. Com 65 discentes, como neste experimento, outros recursos foram necessários para evitar que estudantes menos ativos se omitissem, deixando grande parte do trabalho para os mais atuantes. Nesse caso, optou-se por atribuir notas a cada membro individualmente, com base nos resultados do projeto. Além disso, as avaliações foram periódicas, módulo a módulo, e não apenas no final; e
- Estimular práticas mais individuais, uma vez que a abordagem valoriza muito o trabalho em equipe, o coletivo, não permitindo - em alguns casos - a manifestação de iniciativas mais focadas no indivíduo. Assim, foram adotadas entregas individuais, não necessariamente atreladas ao projeto desenvolvido em coletivo, com o intuito de permitir manifestações e proatividades dos talentos individuais dos membros. Embora tenham sido bastante satisfatórios, os resultados não foram divulgados neste artigo porquanto o objetivo foi avaliar exclusivamente a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina.

Encontra-se em andamento: a divulgação dos dados coletados sob a perspectiva dos docentes; a aplicação da abordagem nesta e noutras disciplinas do curso de Engenharia de Software, e o aprimoramento da abordagem. Como trabalhos futuros, pretende-se comparar os resultados desta abordagem com as das outras abordagens (aprendizagem baseada em problemas, sala de aula invertida e o uso de jogos).

Referências

- Barbosa, E. F., & Moura, D. G. (2013). Boletim Técnico Senac. Senac Journal of Education and Work, 39(2), 48-67. Disponível em: <http://www.bts.senac.br/index.php/bts/article/view/349/333>.
- Bender, W. N. (2014). Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação Diferenciada para o Século XXI. Porto Alegre: Penso Editora.
- Chagas, A. M., Linhares, R. N., & Mota, M. F. (2019). A Curadoria de Conteúdo Digital enquanto Proposta Metodológica e Multirreferencial. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (33), 32-47. doi: <http://dx.doi.org/10.17013/risti.33.32-47>.

- Correia, W. C. C., & Oliveira, G. F. (2020). Reflexões sobre a prática da interdisciplinaridade através da metodologia Project Based Learning: Um estudo de caso no ensino de Engenharia. *Revista Docência do Ensino Superior*, 10. doi: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2020.13597>.
- Enricone, D. (Org.) (2002). *Ser Professor* (3a. Ed). Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI, Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Murcia*, 24, 35-56.
- Filatro, A., & Cavalcanti, C. C. (2018). *Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa* (1th Ed.). São Paulo: Saraiva Educação.
- Gerhardt, T., & Silveira, D. T. (2009). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Gibbs, W. (1994). Software's chronic crisis. *Scientific American*, 271 (3), 86–95.
- Gil, A. C. (1999). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. (5th Ed.). São Paulo: Atlas.
- Klein, N. A., & Ahlert, E. M. (2019). Aprendizagem Baseada em Problemas como Metodologia Ativa na Educação Profissional. *Revista Destaques Acadêmicos, Lajeado*, 11(4). doi: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.2176-3070.v11i4a2019.2398>.
- Lima, J. V., Júnior, M. de M. A., Moya, A., Almeida, R., Anjos, P., Lencastre, M., Fagundes, R. A. de A., & Alencar, F. (2019) As Metodologias Ativas e o Ensino em Engenharia de Software: uma revisão sistemática da literatura. In *Proceedings of VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), Anais do XXV Workshop de Informática na Escola (WIE)*, Brasília, Brasil.
- Mills, J. E., & Treagust, D. F. (2003). Engineering Education - Is Problem-Based Learning or Project-Based Learning the Answer?. *Australasian Journal of Engineering Education*, online publication 2003.
- Neto, O. M., & Soster, T. S. (2017). *Inovação Acadêmica e Aprendizagem Ativa*. Porto Alegre: Penso Editora.
- Not, L. (1979). *As Pedagogias do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Bertrand.
- Piaget, J. (1973). *Psicologia e Epistemologia: por uma teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Forense.
- Papert, S. M. (1991). *Situating Constructionism*. In I. Harel e S. Papert (ed.) *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Prikladnicki, R., Albuquerque, A. B., von Wangenheim, C. G., & Cabral, R. (2009). Ensino de engenharia de software: desafios, estratégias de ensino e lições aprendidas. In *Proceedings of XXIII Simpósio Brasileiro de Engenharia Software, FEES-Forum de Educação em Engenharia de Software*, (pp. 1–8), Fortaleza, Brasil.

Santana, A. C. (2009). Metodologia para a Aplicação da Aprendizagem Orientada por Projetos, nos Cursos de Engenharia, com Foco nas Competências Transversais. (Tese de Doutorado), Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília.

Santos, L. C., Neves, D. F., Filho, H. C. M., & Menezes, F. S. (2019). Aprendizagem baseada em Projetos na Informática em Saúde: Desenvolvendo Aplicativos com App Inventor. *RENTE (Revista Novas Tecnologias na Educação)*, 17(1). doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.95703>.

Williams, A., & Williams, P.J. (1994). Problem based learning: An approach to teaching technology. In Ostwald, M. & Kingsland, A. (Eds.). *Research and development in Problem Based Learning*, Vol. 2, 355-367. NSW: University of Newcastle.

Nuevos Aportes de las Tecnologías de Información para el Desarrollo de Simulación Distribuida

Juan Leonardo Sarli¹, María Julia Blas¹, Silvio Gonnet¹

{ juanleonardosarli, mariajuliablas, sgonnet }@santafe-conicet.gov.ar

¹ INGAR – Instituto de Desarrollo y Diseño, CONICET-UTN, Santa Fe, CP: 3000, Santa Fe, Argentina.

DOI: 10.17013/risti.37.65–81

Resumen: Se entiende por simulación al proceso por medio del cual se representa, reproduce o imita el comportamiento observable de un proceso o sistema real a lo largo del tiempo y el espacio. La simulación distribuida tiene la capacidad de acelerar la ejecución de un único modelo, vincular y reutilizar múltiples modelos para simular modelos más grandes y acelerar la ejecución de etapas de experimentación. En este contexto, la construcción de simulaciones distribuidas ha mejorado en los últimos años gracias al surgimiento de nuevas tecnologías de la información. En este artículo se describen los principios, modos de trabajo y enfoques de administración de tiempo asociados a esta técnica junto con las herramientas de software que, en la actualidad, brindan soporte a su aplicación. Además, se presenta una revisión bibliográfica que evidencia el crecimiento (y la importancia) de su uso como técnica de estudio en diferentes dominios.

Palabras-clave: computación distribuida y paralela; gestión del tiempo.

New Contributions of Information Technologies to Develop Distributed Simulation

Abstract: Simulation is the process by which the observable behavior of a real process or system is represented, reproduced or imitated in time and space. Distributed simulation can be used for accelerate the execution of models, reuse models in larger models, and accelerate the execution of experiments. Given the emergence of new information technologies, the use of distributed simulation has grown. This paper describes the fundamentals, modes and time management approaches used in distributed simulations along with the software tools that improves its development. Also, a literature review is presented to show how this technique is applied in distinct domains.

Keywords: parallel and distribute computing; time management.

1. Introducción

La simulación es una técnica que permite describir y analizar el comportamiento de un sistema real, en virtud de detectar comportamientos emergentes y/o utilizar las

salidas de información para apoyar el diseño y mejora de dicho sistema. En general, esta técnica es utilizada cuando: *i*) resulta muy difícil (o incluso imposible) desarrollar un modelo analítico para representar el sistema, *ii*) el sistema posee variables aleatorias, *iii*) la dinámica del sistema es compleja y produce comportamientos emergentes, o *iv*) el objetivo es observar el comportamiento del sistema en un período de tiempo dado (Powers, Sanchez, & Lucas, 2012; Rainey & Tolk, 2015; Anagnostou & Taylor, 2017). En cualquier caso, el uso de técnicas de simulación provee una herramienta de soporte a la toma de decisiones tanto a nivel de diseño (es decir, en una etapa previa a la construcción del sistema) como a nivel operativo (por ejemplo, probando diferentes políticas de funcionamiento antes de su aplicación sobre el sistema real). Luego, la simulación ayuda a identificar problemas relevantes, evaluar cuantitativamente soluciones alternativas y detectar oportunidades de mejora.

En este contexto, la *simulación distribuida* ha surgido como un campo híbrido que combina raíces de la computación paralela con la computación distribuida. La *simulación paralela* surge con el objetivo de incrementar la velocidad de ejecución de una *simulación*¹ por medio del uso de múltiples procesadores en una única computadora. Por su parte, en sus orígenes, la *simulación distribuida* investigaba la forma en la cual interconectar múltiples simulaciones (ejecutadas en distintas computadoras distribuidas geográficamente y conectadas por medio de una red) en una única simulación (Fujimoto, 2016). Sin embargo, dado el surgimiento de los enfoques basados en *grid computing* y *cloud computing*, en la actualidad las diferencias entre ambos tipos de simulación son cada vez menos claras (Fujimoto, 2016). Por este motivo, los autores han comenzado a utilizar indistintamente el término *simulación distribuida* como denominador común de ambos casos.

Recientemente se ha observado un incremento en el uso de este tipo de simulación como mecanismo de soporte al estudio en diferentes sistemas. Dado que la simulación distribuida tiene la capacidad de acelerar la ejecución de un único modelo, vincular y reutilizar múltiples modelos para simular modelos más grandes y acelerar la etapa de experimentación; los diversos beneficios de esta técnica son apropiados para el estudio de grandes sistemas. En este sentido, el surgimiento de herramientas de software específicas para su construcción ha contribuido al éxito de su aplicación en diferentes ámbitos como ser, por ejemplo, el área de defensa, diseño de sistemas, cadenas de suministro, elaboración de productos y construcción de ciudades inteligentes.

Este trabajo introduce las principales características de la simulación distribuida, brindando una descripción de los enfoques existentes y las tecnologías disponibles para su aplicación. Además, presenta una revisión de la literatura en virtud de analizar las áreas de aplicación recientemente abordadas a nivel académico y la forma en la cual los enfoques y herramientas existentes brindan soporte cada una de ellas. De esta manera, se analiza el uso de la simulación distribuida en desarrollos relacionados con distintas áreas, brindando detalles de los casos de éxito junto con las limitaciones que restringen su uso en otro tipo de contextos.

¹ Refiere al par (*modelo, simulador*) donde el *modelo* es el comportamiento a ejecutar y el *simulador* es la herramienta en la que se ejecuta dicho comportamiento.

La Sección 2 introduce los principios de la simulación distribuida en base a los modos de operación y enfoques de manejo de tiempo. La Sección 3 presenta las tecnologías existentes para la construcción de este tipo de esquemas de simulación, describiendo un conjunto de herramientas de software disponibles. La Sección 4 analiza el uso de simulación distribuida en nueve áreas (defensa, medio ambiente, energía, arquitectura de computadoras y sistemas de control, salud, manufactura, redes, espacio y transporte), las cuales se obtienen a partir de una revisión de la literatura existente. Incluye además una breve reseña de las potenciales oportunidades que presenta esta técnica en problemas vigentes. Finalmente, la Sección 5 se encuentra destinada a las conclusiones.

2. Principios de la Simulación Distribuida

La simulación distribuida posee múltiples ventajas en comparación con la simulación local. Sin embargo, el cambio de paradigma de un contexto local a un entorno distribuido conlleva a la necesidad de resolver dos problemas fundamentales: la forma en la cual se genera la distribución de las simulaciones (*modo de operación*) y el enfoque que se utiliza para coordinar la comunicación entre simulaciones (*manejo del tiempo*).

2.1. Modo de Operación

Los modos de operación varían según el objetivo final de la simulación. En términos generales, estos objetivos pueden definirse como: *i)* uso de técnicas de computación paralela y distribuida para incrementar la velocidad en la ejecución de un programa de simulación y/o para integrar diversas simulaciones en un único programa -a efectos de fomentar el reúso de simulaciones- (Fujimoto, 2016; Taylor, 2019); *ii)* realización de experimentos de forma paralela a fin de reducir el tiempo invertido en el análisis del sistema (Yücesan, Luo, Chen, & Lee, 2001).

Según estos objetivos, Taylor (2019) ha definido tres modos de operación básicos para la simulación distribuida, a saber: *i) modo A* para acelerar una única simulación, *ii) modo B* para interconectar y reutilizar distintas simulaciones, y *iii) modo C* para acelerar la experimentación sobre una única simulación. La Figura 1 esquematiza los tres modos de operación diferenciando, para cada caso, el esquema de simulación local contra el esquema de simulación distribuida.

El *modo de operación A* (Figura 1a) plantea una simulación global dividida en diversos submodelos que, durante su ejecución, requieren intercambiar información. En el esquema de simulación tradicional (local), los submodelos son ejecutados en una única computadora por lo que el intercambio de información se da de forma directa. En este caso el tiempo de simulación total es la suma del tiempo de ejecución de los submodelos. En cambio, en el esquema de simulación distribuida los submodelos se ejecutan en distintas computadoras e intercambian información por medio de una red de comunicaciones. Luego, la ejecución de submodelos en paralelo da lugar a ejecuciones más rápidas que la simulación tradicional, reduciendo el tiempo total asociado al modelo global.

El *modo de operación B* (Figura 1b) centra su atención en múltiples modelos de simulación (independientes, por lo que no requieren intercambiar información) que son ejecutados en distintas computadoras. En este caso, una configuración de simulación distribuida posibilita la construcción de un nuevo modelo de simulación de mayor tamaño (tanto en

lo referido a la cantidad de modelos como así también a su complejidad) cuya ejecución va más allá de la capacidad de una única computadora. Para esto, el esquema plantea vínculos entre los distintos modelos a fin de conformar una única simulación por medio de su interacción en base a una red de comunicaciones. Adicionalmente, el reúso de modelos de simulación (dado por el establecimiento de interconexiones basadas en red), reduce potencialmente el costo de desarrollar nuevas simulaciones.

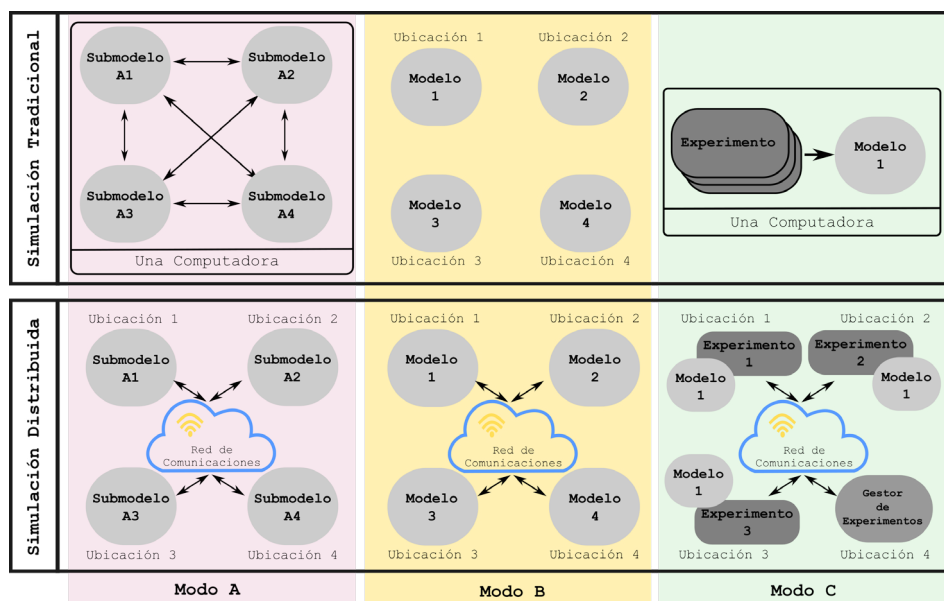


Figura 1 – Esquematización de los modos de operación en simulación distribuida.

Finalmente, en el *modo de operación C* (Figura 1c) la base de trabajo es la realización de múltiples experimentos sobre un mismo modelo de simulación. Para el caso de simulación tradicional, los experimentos se realizan de forma secuencial (es decir, uno a la vez) sobre un único modelo de simulación ubicado en una misma computadora. Por el otro lado, en el caso de la simulación distribuida se observa la ubicación de réplicas del modelo de simulación original en diversas computadoras. Los diferentes experimentos se distribuyen sobre las máquinas, en tanto que la coordinación de ejecuciones y resultados se da a través de un gestor de experimentos (el cual se comunica con las computadoras por medio de una red de comunicaciones). De esta forma se paraleliza la ejecución de experimentos, lo que da como consecuencia una disminución en los tiempos de experimentación o un eventual incremento del número de experimentos en un mismo período de tiempo.

2.2. Manejo del Tiempo

El problema de administración del tiempo refiere a la forma en la cual se sincronizan/ coordinan las simulaciones que participan en una simulación distribuida, con el objetivo

de garantizar que los resultados producidos serán iguales a los que se darían si dicha simulación fuese ejecutada de forma local.

Los simuladores que componen una simulación distribuida no intercambian eventos de forma continua. En este sentido, uno de los objetivos de este tipo de simulación es sacar ventaja de dicha situación a fin de asegurar que, al finalizar la ejecución, cada simulador componente ha procesado todos sus eventos (tanto internos como externos) de forma ordenada según su marca temporal. Esta característica se denomina *restricción de causalidad local*. Cuando todos los simuladores que componen una simulación distribuida cumplen con esta restricción, se dice que la simulación es causalmente correcta (Fujimoto, 2016). Adicionalmente, con una simulación distribuida se busca maximizar la cantidad de simulaciones que corren en paralelo a fin de reducir la sincronización requerida (lo que permite aprovechar el poder de procesamiento de las múltiples computadoras). Según como se combinan estos objetivos y cuál sea su prioridad, existen tres enfoques de administración del tiempo: *conservador*, *optimista* y *tiempo real*.

El *enfoque conservador* busca generar simulaciones causalmente correctas. El principal problema a resolver en este caso, es la forma en la cual un simulador determina que puede ejecutar un evento inminente sin generar problemas temporales (es decir, sin violar la restricción de causalidad). El objetivo es que el simulador garantice que no existe (ni existirá) otro evento cuya marca temporal sea anterior a la del evento que esta por ejecutar (evento inminente).

Una forma de solucionar este problema es que cada simulador posea una cola de eventos de entrada por cada *simulador influyente* (es decir, cada simulador del que puede recibir eventos). Si cada cola es ordenada por marca temporal (en sentido creciente), la selección del próximo evento a ejecutar simplemente consistirá en verificar el primer evento de cada cola y seleccionar el que tenga menor marca temporal. Sin embargo, este esquema no es útil cuando un simulador posee más de un simulador influyente ya que pueden presentarse *bloques mortales*.

Un *bloqueo mortal* se presenta cuando un simulador no procesa eventos de su cola de entrada debido a que se encuentra esperando (indefinidamente) un evento de un simulador influyente. Por ejemplo, sea A un simulador influenciado por los simuladores B y C . Asumiendo que A recibe dos eventos e_1 y e_2 provenientes de B y C , respectivamente, cuyas marcas temporales son t_1 y t_2 . Si $t_1 < t_2$, el simulador A procesará e_1 . En caso contrario, procesará e_2 . Sin embargo, una vez elegido el primer evento inminente, el simulador A deberá esperar hasta recibir el próximo evento del simulador influyente ya procesado, a fin de garantizar que este nuevo evento no se encuentra planificado antes del que ya se encuentra en cola. Es decir, suponiendo que $t_1 < t_2$, el simulador A procesará e_1 . Sin embargo, antes de tomar la decisión de procesar e_2 , el simulador A debe esperar un nuevo evento de B (denominado e_3 , con marca temporal t_3) que le garantice que $t_2 < t_3$. Si B no emite nuevos eventos hacia A , entonces los simuladores entran en un *bloqueo mortal*.

Para garantizar que no existan bloqueos mortales, el *enfoque conservador* utiliza mensajes nulos. Cuando un simulador recibe un mensaje nulo, se encuentra habilitado para continuar procesando los eventos ya presentes en su cola de entrada. Para que la

emisión de mensajes nulos evite bloqueos mortales, es necesario calcular el *lookahead*. El *lookahead* es el mínimo período de tiempo que un simulador puede garantizar la inexistencia de eventos, a partir del último envío y hasta el próximo envío. En otras palabras, es el tiempo durante el cual un simulador no generará salidas, medido desde el último evento enviado.

Para el cálculo del *lookahead* se estima un tiempo mínimo para el próximo evento de salida, el cual puede variar según se asuma que se reciben o no eventos externos. En su versión más simple, el valor del *lookahead* representa la demora de propagación mínima, para que un evento llegue desde el simulador influyente hacia el simulador destino. Sin embargo, el rendimiento de un *esquema conservador* depende (en gran medida) del valor del *lookahead*, a saber: *i*) valores pequeños conllevan una sobrecarga en el intercambio de mensajes y uso de procesamiento para mensajes nulos, *ii*) valores muy grandes disminuyen la sobrecarga de mensajes (procesando menor cantidad de mensajes nulos), pero pueden generar conflictos de estimación. En este contexto, se han llevado a cabo investigaciones con el objetivo de mejorar los valores de *lookahead*, a fin de mejorar el rendimiento en el *enfoque conservador* (Zacharewicz, Frydman, & Giambiasi, 2006).

A diferencia del *enfoque conservador*, en un *enfoque optimista* se procesan los eventos sin validar la condición de causalidad. Por este motivo pueden darse problemas de causalidad, lo que da como resultado que los simuladores deban recuperarse de dicha situación, a fin de garantizar la causalidad local de sus eventos. El objetivo de este enfoque es maximizar el paralelismo para ejecutar la simulación en menor tiempo.

Uno de los algoritmos optimistas más difundidos es *Time Warp*. En este algoritmo cada simulador maneja tres colas: *mensajes de entrada*, *mensajes de salida* y *estado del simulador*. Cuando un simulador recibe un mensaje, el mismo es enviado a la cola de *mensajes de entrada*. Para cada mensaje recibido, se procesa el evento y se produce un nuevo estado en tiempo *t*. Este estado es almacenado en la *cola de estados del simulador*. Luego, el simulador envía mensajes a los destinos requeridos y almacena en su cola de *mensajes de salida* los eventos enviados. Si un simulador recibe un mensaje con tiempo menor al tiempo actual, este evento está desordenado (*evento straggle*). Esto provoca una violación a la causalidad y, por lo tanto, debe ser corregida. En estos casos, el simulador debe ejecutar un *rollback*.

Realizar un *rollback* implica que el simulador debe: *i*) retornar al estado previo al tiempo del *evento straggle*, y *ii*) deshacer todos los eventos de mensajes enviados con tiempo posterior al nuevo estado actual. Para deshacer los eventos enviados, el simulador verifica la *cola de mensajes de salida* y envía una copia de los mensajes a deshacer con valores negativos (*antimensajes*). Cuando un simulador recibe un *antimensaje*, debe realizar su propio *rollback* para volver a un estado que respete la causalidad. Una vez que todos los *antimensajes* son enviados, el simulador que se encuentra ejecutando el *rollback* procesa los eventos correctamente ordenados en su cola de *mensajes de entrada* (por lo que continúa funcionando tal como lo estaba haciendo antes de la ocurrencia del evento *straggle*).

Uno de los mayores inconvenientes que posee el *enfoque optimista* es la necesidad de almacenamiento y rápido acceso a un gran número de estados por cada simulador.

Además, la ocurrencia de múltiples *rollbacks* en cascada puede dar lugar a problemas de rendimiento y demoras excesivas. Una alternativa para solucionar estos problemas es aplicar el mecanismo de *Global Virtual Time* (GVT). Este mecanismo establece un límite inferior sobre el tiempo global en el cual no se recibirán eventos desordenados. De esta manera, asegura que un simulador no realizará un *rollback* en un tiempo previo a dicho límite (por lo que se puede eliminar toda la información relacionada a los estados y colas de mensajes asociados a un tiempo previo al límite definido). Investigaciones recientes presentan mejoras para disminuir el número de *rollbacks* en cascada (y así no reprocesar eventos que no modifican el estado del simulador) realizando un cálculo eficiente del límite inferior del mecanismo GVT (Venu & Joe, 2014).

Tanto el *enfoque conservador* como el *enfoque optimista* soportan el análisis de sistemas mediante técnicas de simulación de eventos discretos. Sin embargo, en el *enfoque en tiempo real* los simuladores intentan responder de forma similar al mundo real o, al menos, entregar una respuesta en tiempo real a las acciones de los usuarios. Luego, en una simulación distribuida en tiempo real, cada simulador interactúa con múltiples simuladores brindando su respuesta a las interacciones en un período de tiempo lo más cercano posible al tiempo real.

En este enfoque de administración del tiempo, los diferentes simuladores intercambian información de estado por medio de un componente especial denominado *coordinador*. El *coordinador* recibe la información que produce cada simulador y, al mismo tiempo, es el encargado de retransmitir esa información hacia cada uno de los simuladores interesados. Para determinar cuáles son los simuladores interesados en enviar o recibir cierta información, el *coordinador* suele utilizar mecanismos *publish/subscribe*. Este tipo de mecanismos permite que cada simulador publique en el *coordinador* la información que es capaz de generar y, al mismo tiempo, se suscriba al *coordinador* indicando la información que espera recibir. Luego, para llevar a cabo la simulación global, los simuladores participantes consultan al coordinador acerca de la existencia de eventos de su interés (en una etapa previa a la ejecución de su próximo ciclo de simulación).

Para cumplir con este objetivo, se requiere de diferentes enfoques que posibiliten balancear el procesamiento y la comunicación entre los distintos simuladores. En este contexto, se han especificado diversos estándares en virtud de definir *protocolos de comunicación* (mensajes a usar para la comunicación entre simuladores), *formato de información a ser transmitida* (tipo de información que se intercambia a nivel simulador) y *software de soporte a la tecnología*. Uno de los estándares más difundidos es *High Level Architecture* (HLA) (IEEE, 2010).

3. Tecnologías para el Desarrollo de Simulaciones Distribuidas

En los últimos años se han realizado numerosos esfuerzos para el desarrollo de librerías de software que faciliten la construcción de simulaciones distribuidas. En su forma más simple, el desarrollo de simulaciones distribuidas se formuló en base a *lenguajes de simulación*. En este caso, uno de los primeros ejemplos fue el lenguaje de simulación de eventos discretos Maisie seguido por el lenguaje APOSTLE. Mientras

que el primero soporta tanto la simulación tradicional como la distribuida con enfoque conservador u optimista; el segundo permite únicamente el desarrollo de simulaciones distribuidas con administración del tiempo optimista. Recientemente, Falcone et al. (2017) han presentado un kit de desarrollo junto con una metodología para su uso en base a anotaciones Java. Este kit posibilita la reducción del tiempo de desarrollo de simulaciones distribuidas basadas en HLA, habiendo sido probado en distintos ambientes como, por ejemplo, el proyecto “experiencia de exploración simulada” de la NASA.

Existen además alternativas que combinan *lenguajes de programación* con soporte específico a nivel de *sistema operativo* para *arquitecturas de computadoras avanzadas*. Este es el caso de Steinman (2005) donde se aborda la propuesta del sistema de Georgia Tech Time Warp y el entorno de desarrollo WarpIV. Investigaciones complementarias se abocaron al diseño de algoritmos de simulación distribuida para arquitecturas de alto rendimiento (Liu, 2013).

Otras investigaciones vinculadas se han llevado a cabo a fin de balancear la carga a procesar (Alghamdi, De Grande & Boukerche, 2015) y gestionar la cantidad de datos transferidos entre simuladores (Raczy, Tan & Yu, 2005). También se han desarrollado tecnologías específicas basadas en agentes, combinando computación distribuida y cómputo de alto rendimiento; como REPAST HPC (Collier, Ozik & Macal, 2015) y PDES-MAS (Suryanarayanan, Theodoropoulos & Lees, 2013). Además, se han propuesto enfoques generales para simulaciones distribuidas híbridas basadas en agentes y eventos discretos (Anagnostou & Taylor, 2017).

Como enfoque complementario, algunas investigaciones han aplicado avances de la Ingeniería de Software para simulaciones distribuidas. El trabajo de Bocciarelli, D’Ambrogio & Fabiani (2012) utiliza el lenguaje System Modeling Language (SySML) como herramienta de soporte a la creación de simulaciones distribuidas. Recientemente, estos autores han propuesto un enfoque dirigido por modelos para producir componentes de simulación que respeten el estándar HLA a partir de modelos SySML (Bocciarelli et al., 2019). Investigaciones similares se han realizado en virtud de definir la estructura de simulación distribuida por medio del uso de patrones de software (Möller, Antelius, Johansson & Karlsson 2016) y procesos de negocio colaborativos (Falcone, Garro, D’Ambrogio & Giglio, 2018).

Independientemente de la forma en la cual se genera la simulación distribuida, las nuevas tecnologías de computación disponibles han dado lugar a avances tecnológicos en el área. En este caso, se destacan: *i*) arquitecturas basadas en servidores (Al-Zoubi & Wainer, 2013), y *ii*) uso de computación en la nube como herramienta de trabajo (Zehe, Knoll, Cai & Aydt, 2015). Estos trabajos han fomentado el desarrollo del “Modelado y Simulación como Servicio” (*Modeling and Simulation as a Service*), a fin de definir servicios de simulación con premisas equivalentes a las usadas en contextos de computación en la nube (Blas, Leone & Gonnet, 2019). En esta área, los desarrollos más relevantes son la plataforma de simulación CloudSME (Taylor et al., 2014) y los estándares para la implementación de estos servicios en la nube (Siegfried, Van Den Berg, Cramp & Huiskamp, 2014).

3.1. Simulación Distribuida para el Desarrollo de Experimentos

La ejecución de múltiples experimentos sobre un modelo de simulación representa un desafío especial para la simulación distribuida ya que no sólo se debe coordinar la ejecución sino también los resultados (recopilación, análisis y visualización). La interacción se presenta en la comunicación desde/hacia el gestor de experimentos.

En los últimos diez años, las aplicaciones que brindan soporte a este tipo de simulación distribuida se han centrado en dos alternativas: *i)* uso de recursos de procesamiento fijos (como, por ejemplo, una red de computadoras), y *ii)* uso de recursos de computación en la nube bajo demanda. En el primer caso, se destacan el sistema WINGRID diseñado para acelerar las simulaciones de riesgo crediticio en bancos europeos (Mustafee & Taylor, 2009) y el uso de redes de computadoras para la simulación de las vías bioquímicas en el cáncer (Liu et al., 2014). Por su parte, en el segundo caso se destacan dos plataformas de desarrollo: JADES (Rak, Cuomo & Villano, 2012) y CloudSME (Taylor et al., 2014). La plataforma JADES fue adaptada para ejecutar en paralelo y en la nube, simulaciones basadas en agentes. La plataforma CloudSME, en cambio, ha sido utilizada para ejecutar experimentos de simulación en múltiples nubes. Una experiencia de éxito reciente ha sido la del uso del servicio en la nube SEMSim (Zehe, Knoll, Cai & Aydt, 2015) que brinda soporte para el desarrollo y experimentación de simulaciones de sistemas de tráfico urbano de gran escala.

4. Aplicaciones Actuales y Tendencias

A fin de analizar los dominios en los cuales se aplica simulación distribuida en la actualidad, se presentan los resultados obtenidos a partir de la revisión de trabajos de investigación publicados. La búsqueda se realizó con la base de datos digital *ScienceDirect* utilizando el término *Distributed Simulation*² como indicador de título, resumen, y palabras clave, restringiendo el período de publicación entre los años 2010 y 2019. Como resultado se obtuvieron 258 trabajos los cuales se analizaron manualmente con el objetivo de desestimar resultados falsos positivos.

Del análisis realizado sobre los trabajos restantes (138), se identificaron nueve áreas de aplicación principales, a saber: *defensa, medio ambiente, energía, arquitectura de computadoras y sistemas de control, salud, manufactura y cadenas de suministro, redes de comunicación, tecnología espacial y transporte/tráfico*. Para cada área, se evidenció un notorio énfasis en relación al tipo de modelo de simulación (basado en agentes -ABS, eventos discretos -DES-, pasos del tiempo -timestepped-, continuo, tiempo real e híbrido), su objetivo (modo A, B o C), el enfoque de administración de tiempo (gestión de tiempo -conservador u optimista- o tiempo real) y la tecnología soporte (tradicional, cloud, grid, HLA, arquitectura orientada a servicios -SOA-, supercomputadores -SC). La Tabla 1 resume los resultados obtenidos por área, los cuales han sido ordenados según el porcentaje de publicaciones analizadas respecto al total de trabajos³.

² Se optó por utilizar el término en inglés dada la naturaleza de los artículos científicos.

³ En esta sección se indican algunos de los trabajos más relevantes de cada área. Dada la cantidad de trabajos analizados resulta imposible incluir todos como bibliografía.

Como puede observarse, la mayoría de los trabajos de simulación distribuida refieren a *manufactura y cadena de suministro*. Con mayor frecuencia la técnica es aplicada para la vinculación de distintos modelos independientes en nuevos modelos de mayor tamaño (Hibino, Fukuda & Yura, 2015), aunque también se han encontrado casos de entrenamiento distribuido (Silvente, Zamarripa & Espuña, 2012). Aún más, dado que en esta área la aplicación de simulación distribuida se encuentra más difundida, la revisión bibliográfica dio como resultado trabajos vinculados a desarrollos complementarios para su aplicación, como ser: representación de datos (Lin, Wang, Hu & Long, 2012; Long, 2014), ontologías como soporte al reúso de modelos (Sarli, Leone & Gutiérrez, 2016), y adaptaciones de HLA para facilitar su uso en este contexto (Strassburger & Taylor, 2012).

La tendencia en el sector *defensa* (militar) se centra en el uso de simulación distribuida como vehículo para el desarrollo de entrenamientos en tiempo real de forma distribuida (Zhang et al. 2019). Al igual que en el caso anterior, se han propuesto mejoras de HLA y estándares asociados (Wang, Gao, Wei, & Yin, 2012).

Área	Tipo de Modelo	Objetivo	Enfoque	Tecnología	#Publicaciones
<i>Manufactura y cadenas de suministro</i>	DES	B y C	Gestión de tiempo	Tradicional HLA Grid Cloud	40 (28,99%)
Defensa	Tiempo Real Hibrida (Tiempo Real y DES)	B	Tiempo Real	HLA Cloud SOA	20 (14,49%)
<i>Medio ambiente</i>	Hibrida (DES, ABS, Continua)	B	Gestión de tiempo	Tradicional	14 (10,14 %)
Energía	ABS Hibrida (ABS, Continua)	A, B y C	Gestión de tiempo	Tradicional Cloud	13 (9,42%)
<i>Transporte/ Tráfico</i>	Tiempo Real	B	Gestión de tiempo	Tradicional Cloud	12 (8,70%)
<i>Redes de comunicación</i>	DES	A	Gestión de tiempo	Tradicional	11 (7,97%)
<i>Tecnología Espacial</i>	DES Timestepped	B	Tiempo Real	Tradicional	11 (7,97%)
<i>Arquitectura de computadora y sistemas de control</i>	DES Timestepped Hibrida (DES y Continua)	A y B	Gestión de tiempo	Tradicional SC	9 (6,52%)
Salud	DES Hibrida (DES/ABS)	A, B y C	Gestión de tiempo	Tradicional Cloud	8 (5,80%)

Tabla 1 – Análisis de los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica agrupados por área.

Por su parte, tanto en el área de *medio ambiente* como en la de *energía* se encontraron múltiples trabajos que aplican simulación distribuida bajo un formato híbrido. En *medio ambiente*, el objetivo suele ser vincular modelos desarrollados con diferentes enfoques en una única simulación con el fin de analizar problemas ambientales (Ma et al., 2019). En cambio, en *energía* los trabajos vinculan modelos (típicamente discretos y continuos) para el análisis de alternativas de diseño en sistemas de energía (Bottura et al., 2013). En este último caso, también se encontraron simulaciones basadas en agentes para analizar redes eléctricas (Perkonigg, Brujic, & Ristic, 2013) junto con experimentación distribuida en base a modelos de redes eléctricas inteligentes basadas en esquemas en la nube (Anderson, Du, Narayan & Gama, 2014).

Las aplicaciones de simulación distribuida en el área de *transporte y tráfico* van desde el estudio de diseños para sistemas de transporte en ciudades inteligentes (Xu, Aydt, & Lees, 2012), hasta el análisis y predicción del tráfico (De Grande, Boukerche, Guan, & Aljeri, 2016). En *redes de comunicación*, la simulación distribuida se utiliza comúnmente para acelerar grandes modelos de redes como ser, por ejemplo, redes con sensores inalámbricos y redes ad-hoc móviles (Huang, Alexopoulos, Hunter, & Fujimoto, 2012). Por su parte, en el área de *tecnología espacial* las aplicaciones de simulación distribuida se han centrado en el reuso de modelos y su ejecución en tiempo real (Rabelo et al., 2013), por ejemplo, para establecer bases de exploración lunar (Falcone, Garro, Longo, & Spadafora, 2014).

En relación al área de *arquitecturas de computadoras y sistemas de control*, las aplicaciones de simulación distribuida abordan problemas vinculados a sistemas ciberfísicos y embebidos (Garraghan et. al., 2016). Además, se ha abordado el estudio de diseños alternativos para supercomputadoras (Liu, 2013).

Finalmente, en el área de *salud* se encontraron muy pocos trabajos vinculados al uso de simulación distribuida. En líneas generales, el objetivo suele ser uso de simulación para entrenamiento médico o quirúrgico (Khan et al., 2015).

4.1. Oportunidades, Nuevos Desafíos y Tecnologías de la Información

Aunque la simulación distribuida existe desde hace varios años, la evolución de las tecnologías de la información ha fomentado su aplicación en múltiples dominios. En este contexto, algunas de las oportunidades identificadas como disparador de nuevos desarrollos son:

- *Uso de computación en la nube para acelerar los tiempos de experimentación:* Normalmente la experimentación queda limitada por el tiempo disponible (es decir, se determina una cierta cantidad de tiempo para experimentar sobre los modelos previo a su uso efectivo). En este contexto, el uso de computación en la nube como herramienta alternativa resulta muy atractivo ya que permite adquirir recursos de procesamiento bajo demanda según el tiempo disponible para realizar la experimentación.
- *Estudio de sistemas emergentes a gran escala (personalización en masa, cadenas de suministro complejas, sistemas ciber-físicos de la industria 4.0 y las ciudades inteligentes):* Se deben adaptar los enfoques de simulación para manejar modelos extensos con gran cantidad de datos junto con la ejecución de análisis refinados por medio de la experimentación.

- *Construcción de ciber-infraestructuras escalables y flexibles para la comunidad de investigación que mejoren el rendimiento de los sistemas para simulación:* Es necesario construir infraestructuras que faciliten la vinculación y el reúso de modelos, facilitando tanto la creación de simulaciones de grandes sistemas como así también su ejecución.

Un punto no menos importante es que, de los trabajos analizados, se observa que las herramientas de simulación utilizadas corresponden (en la mayoría de los casos) a desarrollos propios, aplicaciones de código abierto o librerías. Existen muy pocas aplicaciones de software para la implementación de simulaciones distribuidas que se correspondan con paquetes de simulación comerciales.

4.2. Importancia del Estándar HLA

Uno de los avances con mayor potencial para su uso en aplicaciones de simulación distribuida es HLA. Esta tecnología es un estándar de facto que se utiliza en la industria pero que, dada su complejidad, requiere de una gran cantidad de conocimiento y habilidades técnicas específicas para su aplicación. Este estándar se encuentra diseñado específicamente para resolver problemas de interoperabilidad y reusabilidad entre componentes de software. Sin embargo, ha sido utilizado con éxito para gestionar simulaciones distribuidas ya que define servicios que permiten crear una simulación global compuesta por múltiples participantes distribuidos.

Para componer la simulación global usando HLA, los participantes deben cumplir las especificaciones del estándar. Los participantes HLA se denominan *federados*. Los *federados* se agrupan en una *federación* a efectos de representar la totalidad de la simulación. Los *federados* que conforman una *federación* se comunican por medio de un *RTI* (*Run Time Infrastructure*). Este *RTI* gestiona la *federación*, autoriza la comunicación entre *federados*, y provee servicios de administración de tiempo, objetos y datos, entre otros. Para lograr el funcionamiento de una *federación*, se requiere un *FOM* (*Federation Object Model*) para la formalización de las interacciones y comunicaciones entre los *federados* de la *federación*.

La formulación del estándar garantiza un correcto intercambio de información entre los componentes (*FOM*, *federación*, *RTI* y *federado*), lo que contribuye a gestionar un sistema global distribuido. Luego, mediante el uso de los servicios del estándar, distintas aplicaciones pueden interoperar y ser reutilizadas para componer sistemas más grandes. A partir de estas características, es posible construir sistemas que conecten distintos tipos de componentes en virtud de formar una simulación distribuida: modelos de simulación (con comportamientos específicos), componentes de visualización, componentes de registro de eventos (o auditoría), componentes de gestión de estado del sistema, y componentes de control (o corrección) del sistema.

En este sentido, el estándar HLA sienta las bases necesarias para la gestión distribuida requerida como base de trabajo en este tipo de simulaciones. Por ejemplo, Sarli, Leone & Gutiérrez (2018) presentan un marco conceptual basado en ontologías que brinda soporte a la construcción de simulaciones distribuidas para cadenas de suministro usando HLA como base para su definición.

5. Conclusiones

En términos generales, la aplicación de simulación distribuida como contraparte de la simulación tradicional depende, en mayor medida, del conocimiento del grupo de trabajo. Sin embargo, en los últimos años con el surgimiento de las nuevas tecnologías de la información se ha dado un avance importante en su aplicación como mecanismo de estudio en distintas áreas. Incluso cuando las técnicas de simulación distribuida pueden resultar complejas dado su modo, enfoque de administración de tiempo y tecnología soporte, los casos de éxito analizados a partir de la literatura evidencian una tendencia creciente en su aplicación.

De la revisión bibliográfica realizada, se observa que la mayoría de los trabajos vinculados al área de *manufactura y cadenas de suministro* abordan el estudio de sistemas teóricos de gran complejidad a fin de compatibilizar gran cantidad de modelos e información en una única simulación. Este es el motivo por el cual se observa un evidente incremento de investigaciones científicas en el área. En cambio, en áreas como *defensa y transporte*, los trabajos publicados suelen abordar aplicaciones de simulación distribuida en casos reales. Esto conlleva a que, en la mayoría de los casos, las soluciones de casos reales apliquen estrategias de tiempo real. En contraposición, los contextos científicos optan normalmente por trabajar con gestión de tiempo conservador u optimista.

La investigación realizada ha demostrado que, con el paso del tiempo, al mejorar las tecnologías de la información que brindan soporte a las herramientas de desarrollo, se ha dado un incremento en la aplicación de esta técnica. Aún más, con el surgimiento de nuevos problemas ingenieriles abocados a la experimentación de diseños, sistemas y/o situaciones complejas en base a simulación distribuida (ciudades inteligentes, redes de comunicación e industria 4.0; entre otros), se ha dado un incremento de investigaciones complementarias. En este último caso, la representación del conocimiento y el desarrollo/adaptación de estándares actúan como mecanismos claves para compatibilizar tecnologías. Además, por medio de la aplicación de técnicas de Ingeniería de Software, es posible desarrollar herramientas de software que contribuyan a disminuir los conocimientos y habilidades técnicas requeridas para, por ejemplo, la construcción de simulaciones distribuidas basadas en HLA. En este sentido, el uso de las nuevas tecnologías de la información (como ser, por ejemplo, la computación en la nube) como soporte a la simulación distribuida es aún materia de investigación y debe ser atendido por la comunidad a fin de contribuir en el estudio de nuevos dominios.

Referencias

- Al-Zoubi, K., & Wainer, G. (2013). RISE: A general simulation interoperability middleware container. *Journal of Parallel and Distributed Computing*, 73(5), 580–594.
- Alghamdi, T., De Grande, R., & Boukerche, A. (2015). Enhancing load balancing efficiency based on migration delay for large-scale distributed simulations. In *Proceedings of the IEEE/ACM 19th international symposium on distributed simulation and real time applications*, (pp 33–40). New York, NY: IEEE.

- Anderson, K., Du, J., Narayan, A., & Gamal, A. (2014). GridSpice: A distributed simulation platform for the smart grid. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2354–2363.
- Anagnostou, A., & Taylor, S. (2017). A Distributed Simulation Methodological Framework for OR/MS Applications. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 70 (1), 101–119.
- Blas, M., Leone, H., & Gonnet, S. (2019). Modelado y Verificación de Patrones de Diseño de Arquitectura de Software para Entornos de Computación en la Nube. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 35, 1-17.
- Bocciarelli, P., D'Ambrogio, A., & Fabiani, G. (2012). A model-driven approach to build HLA-based distributed simulations from SysML models. In *Proceedings of the 2012 international conference on simulation and modeling methodologies, technologies and applications*, (pp 49–60). INSTICC.
- Bocciarelli, P., D'Ambrogio, A., Falcone, A., Garro, A., & Giglio, A. (2019). A model-driven approach to enable the simulation of complex systems on distributed architectures. *SIMULATION*, 95(12), 1185–1211.
- Bottura, R., Babazadeh, D., Zhu, K., Borghetti, A., Nordström, L., & Nucci, C. (2013). SITL and HLA Co-simulation platforms: Tools for analysis of the integrated ICT and electric power system. In *Proceedings of the 2013 EuroCon conference*, (pp 918–925).
- Collier, N., Ozik, J., & Macal, C. (2015). Large-scale agent-based modeling with repast HPC: A case study in parallelizing an agent-based model. *Lecture Notes in Computer Science*, 9523, 454–465. Cham: Springer.
- De Grande, R., Boukerche, A., Guan, S., & Aljeri, N. (2016). A modular distributed simulation-based architecture for intelligent transportation systems. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 28(12), 3409–3426.
- Falcone, A., Garro, A., D'Ambrogio, A., & Giglio, A. (2018). Using BPMN and HLA for SoS Engineering: Lessons Learned and Future Directions. In *2018 IEEE International Systems Engineering Symposium*, (pp 1–8). New York: IEEE.
- Falcone, A., Garro, A., Longo, F., & Spadafora, F. (2014). Simulation exploration experience: A communication system and a 3D real time visualization for a moon base simulated scenario. In *Proceedings of the 18th IEEE International Symposium on Distributed Simulation and Real-Time Applic*, (pp 113–120).
- Falcone, A., Garro, A., Taylor, S., Anagnostou, A., Chaudhry, N., & Salah, O. (2017). Experiences in Simplifying Distributed Simulation: The HLA Development Kit Framework. *Journal of Simulation*, 11(3), 208–227.
- Fujimoto, R. (2016). Research Challenges in Parallel and Distributed Simulation. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 26(4), 1–29.
- Garraghan, P., McKee, D., Ouyang, X., Webster, D., & Xu, J. (2016). SEED: A scalable approach for cyber-physical system simulation. *IEEE Transactions on Services Computing*, 9(2), 199–212.

- Hibino, H., Fukuda, Y., & Yura, Y. (2015). A synchronization mechanism with shared storage model for distributed manufacturing simulation systems. *International Journal of Automation Technology*, 9(3), 248–260.
- Huang, Y., Alexopoulos, C., Hunter, M., & Fujimoto, R. (2012). Ad hoc distributed simulation methodology for open queueing networks. *SIMULATION*, 88(7), 784–800.
- IEEE. (2010). *IEEE Standard for Modeling and Simulation (M & S) High Level Architecture (HLA) Framework and Rules*. New York: IEEE.
- Khan, R., Aydin, A., Khan, M., Dasgupta, P., & Ahmed, K. (2015). Simulation-based training for prostate surgery. *BJU International*, 116(4), 665–674.
- Lin, J., Wang, G., Hu, Z., & Long, Q. (2012). A supply chain architecture based on ontology for distributed simulation and modeling. *International Journal of Digital Content Technology and Its Applications*, 6(5), 225–234.
- Liu, E. (2013). A parallel approach of interest management in exascale simulation systems. In *Proceedings of the twelfth international conference on modeling and applied simulation*, (pp 57–60). Rende, Italy.
- Liu, X., Taylor, S., Mustafee, N., Wang, J., Gao, Q., & Gilbert, D. (2014). Speeding up systems biology simulations of biochemical pathways using Condor. *Concurrency Computation Practice and Experience*, 26(17), 2727–2742.
- Long, Q. (2014). Distributed supply chain network modelling and simulation: Integration of agent-based distributed simulation and improved SCOR model. *International Journal of Production Research*, 52(23), 6899–6917.
- Ma, R., Geng, C., Yu, Z., Chen, J., & Luo, X. (2019). Modeling City-Scale Building Energy Dynamics through Inter-Connected Distributed Adjacency Blocks. *Energy and Buildings*, 202(November), 109391.
- Möller, B., Antelius, F., Johansson, M., & Karlsson, M. (2016). Building Scalable Distributed Simulations: Design Patterns for HLA DDM. In *Proceedings of the 2016 Fall Simulation Interoperability Workshop*, (pp 1–10).
- Mustafee, N., & Taylor, S. (2009). Speeding up simulation applications using WinGrid. *Concurrency Computation Practice and Experience*, 21(11), 504–523.
- Perkonigg, F., Brujic, D., & Ristic, M. (2013). MAC-Sim: A multi-agent and communication network simulation platform for smart grid applications based on established technologies. In *Proceedings of the 2013 IEEE international conference on smart grid communications*, (pp 570–575).
- Powers, M., Sanchez, S., & Lucas, T. (2012). The Exponential Expansion of Simulation in Research. In *Proceedings of the 2012 Winter Simulation Conference*, (pp 138:1–138:12). Huntington Beach, CA: IEEE Press.
- Rabelo, L., Sala-Diakanda, S., Pastrana, J., Marin, M., Bhide, S., ... Joledo, O. (2013). Simulation modeling of space missions using the high level architecture. *Modelling and Simulation in Engineering*, 2013 (11).

- Raczy, C., Tan, G., & Yu, J. (2005). A sort-based DDM matching algorithm for HLA. *ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation*, 15(1), 14–38.
- Rainey, L., & Tolk, A. (2015). *Modeling and Simulation Support for System of Systems Engineering Applications*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Rak, M., Cuomo, A., & Villano, U. (2012). mJADES: Concurrent simulation in the cloud. In *Proceedings of the 2012 international conference on complex, intelligent, and software intensive systems*, (pp 853–860). New York: IEEE.
- Sarli, J., Leone, H., & Gutiérrez, M. (2016). Ontology-based semantic model of supply chains for modeling and simulation in distributed environment. In *Proceedings of the 2016 winter simulation conference*, (pp 1182–1193).
- Sarli, J., Leone, H., & Gutiérrez, M. (2018). SCFHLA: Un Modelo de Interoperabilidad Semántica para Simulación Distribuida de Cadenas de Suministro. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 30, 34-50.
- Siegfried, R., Van Den Berg, T., Cramp, A., & Huiskamp, W. (2014). M&S as a service: Expectations and challenges. In *Proceedings of the 2014 fall simulation interoperability workshop*, (pp 248–257). Orlando, FL: SISO.
- Silvente, J., Zamarripa, M., & Espuña, A. (2012). Use of a distributed simulation environment for training in supply chain decision making. *Computer Aided Chemical Engineering*, 30(2012), 1402–1406.
- Steinman, J. (2005). The WarpIV simulation kernel. In *Proceedings of the 2005 IEEE Workshop on Principles of Advanced and Distributed Simulation*, (pp 161–170). New York, NY: IEEE.
- Strassburger, S., & Taylor, S. (2012). A comparison of the CSPI and CMSD standards. In *Proceedings of the 2012 spring simulation interoperability workshop*, (pp 82–89).
- Suryanarayanan, V., Theodoropoulos, G., & Lees M. (2013). PDES-MAS: Distributed Simulation of Multi-agent Systems. *Procedia Computer Science*, 18(1), 671–681.
- Taylor, S. (2019). Distributed Simulation: State of Art and Potential for Operational Research. *European Journal of Operational Research*, 273(1), 1–19.
- Taylor, S, Kiss, T., Terstyanszky, G., Kacsuk, P., & Fantini, N. (2014). Cloud computing for simulation in manufacturing and engineering: Introducing the CloudSME simulation platform. *Simulation Series*, 46(2), 89–96.
- Venu, M., & Joe, I. (2014). Improving Performance of Optimistic Simulation for Distributed Simulation System Using Speculative Computation. In *2014 International Conference on Information and Communication Technology Convergence*, (pp 428–32). New York, NY: IEEE.
- Wang, Z., Gao, Q., Wei, X., & Yin, S. (2012). Design and implementation of a simulation system for armored communication countermeasure training. *Applied Mechanics and Materials*, 128–129, 1363-1366.

- Xu, Y., Aydt, H., & Lees, M. (2012). SEMSim: A distributed architecture for multi-scale traffic simulation. In *Proceedings of the 2012 ACM SIGSIM workshop on principles of advanced and distributed simulation*, (pp 178–180).
- Yücesan, E., Luo, Y., Chen, C., & Lee, I. (2001). Distributed Web-Based Simulation Experiments for Optimization. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 9(1), 73–90.
- Zacharewicz, G., Frydman, C., & Giambiasi, N. (2006). Lookahead Computation in G-DEVS/HLA Environment. *SNE Simulation News Europe*, 16(2), 15–24.
- Zehe, D., Knoll, A., Cai, W., & Aydt, H. (2015). SEMSim Cloud Service: Large-scale urban systems simulation in the cloud. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 58(2), 157–171.
- Zhang, C., Chen, J., Li, Ya., Li, Yu., & Chai, W. (2019). Satellite group autonomous operation mechanism and planning algorithm for marine target surveillance. *Chinese Journal of Aeronautics*, 32(4), 991-998.

Uso de Tecnologias Digitais Sociais no Processo Colaborativo de Ensino e Aprendizagem

André Barros de Sales¹, Clodis Boscaroli²

andrebdes@unb.br, clodis.boscaroli@unioeste.br

¹ Universidade de Brasília (UnB), Faculdade do Gama, Brasília, DF, 72.444-240, Brasil

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), campus de Cascavel, PR, 85819-110, Brasil

DOI: [10.17013/risti.37.82-98](https://doi.org/10.17013/risti.37.82-98)

Resumo: As tecnologias digitais, em especial as sociais, 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, principalmente no ensino superior. Este artigo traz uma análise do uso de tecnologias sociais à luz da visão dos estudantes universitários numa disciplina do curso de Engenharia de Software da Faculdade UnB Gama da Universidade de Brasília, de como essas tecnologias contribuem para a sua aprendizagem, em aulas ministradas com metodologias ativas. Além das preferências por ferramentas, os dados coletados indicam seu potencial no aprendizado personalizado e coletivo, na sistematização dos trabalhos colaborativos, bem como no suporte e no gerenciamento das tarefas para realizar os projetos propostos.

Palavras-chave: Processos colaborativos de Ensino e Aprendizagem; Tecnologias digitais sociais; Tecnologias de Comunicação e Informação na Aprendizagem.

Using Social Digital Technologies in the Teaching and Learning Process in Higher Education

Abstract: Digital technologies, especially social technologies, are increasingly present in the daily lives of people around the world, and are used in different contexts and with different purposes, in addition to promoting teaching and learning processes among students, especially in higher education. . This article presents an analysis of the use of social technologies in the light of the view of university students in a discipline of the Software Engineering course at University of Brasília, of how these technologies contribute to their learning, in classes taught with active methodologies. In addition to preferences for tools, the data collected indicates their potential for personalized and collective learning, for systematizing collaborative work, as well as for supporting and managing tasks to carry out the proposed projects.

Keywords: Collaborative teaching and learning processes; Social digital technologies; Communication and Information Technologies in Learning.

1. Introdução

Os celulares são dispositivos cada vez mais utilizados por todos os estratos sociais e todas as faixas etárias. Nas últimas décadas, os celulares tradicionais básicos vêm sendo substituídos por *smartphones*, celulares com conexão à internet e aplicativos com inúmeras possibilidades de uso para fins sociais, e tem muito potencial para uso em situações de aprendizado colaborativo.

Assume-se aqui que tecnologias digitais sociais são as tecnologias digitais que permitem interação social e práticas colaborativas, como aquelas em que os estudantes escolham o controle de seu próprio aprendizado, mediado por uma série de ferramentas, incluindo áudio, vídeo, gerenciamento de grupos e armazenamento e compartilhamento de dados. Para Chagas *et al.* (2019), as instituições de ensino superior devem preparar-se para dotar seus estudantes de conhecimentos que lhes possibilitem desenvolver habilidades e competências para trabalhar de forma colaborativa nos ambientes digitais. Wander *et al.* (2012) considera habilidades como “capacidades tanto físicas, quanto intelectuais, e que estão relacionadas ao saber fazer” e competências como “capacidade de articular e mobilizar conhecimentos, habilidades e atitudes, colocando-os em ação para resolver problemas e enfrentar situações de imprevisibilidade em uma dada situação concreta de trabalho e em um determinado contexto cultural”, definições essas adotadas na condução da pesquisa ora relatada.

Muitas dessas tecnologias não foram construídas para o processo de ensino e aprendizagem, mas para terem boa usabilidade onde quer que se apliquem. Nas instituições de ensino superior em todo o mundo, há uma infinidade de experiências em pequena escala e de integração de uma variedade de recursos de *software* social em práticas pedagógicas. Dada essa diversidade no ensino superior, é enorme o conhecimento dos discentes sobre uma variedade desses aplicativos, *software* e tecnologias num curso de exatas na área de computação.

O avanço na área de desenvolvimento de *software* pode ser significativamente influenciado pela qualidade da educação no ensino de Engenharia de Software – ES, que auxilia na solução de alguns problemas tradicionais com as práticas da indústria de *software* (Gibbs, 1994), e pelos resultados encontrados. Lima *et al.* (2019) mostram que as metodologias ativas promovem aplicação de atividades que envolvem práticas do mundo real, elevação das competências interpessoais e a motivação dos discentes quando se deparam com as questões pedagógicas presentes.

A disciplina de Interação Humano-Computador (IHC) busca melhorar a experiência de pessoas com os dispositivos eletrônicos, de maneira a torná-la mais produtiva e eficiente e tornar o uso desses dispositivos mais agradável e intuitivo. IHC é uma disciplina que demanda uma atenção especial aos conceitos, e por ser mais teórica, torna-se difícil despertar o interesse dos discentes pelo conteúdo e de desenvolver neles as competências profissionais desejadas no mercado. O conteúdo da disciplina e sua aplicação apresenta a necessidade de oferecer, aos discentes, diferentes abordagens e recursos didáticos que os envolva no processo de ensino e aprendizagem, como as descritas em (Júnior, 2010; Cerutti, 2010; Sales *et al.*, 2013).

No processo de ensino e aprendizagem, diversas abordagens de metodologias Inovativas (Ativas, Ágeis, Imersivas e Analíticas) têm sido pesquisadas e usadas (Filatro e Calvacanti, 2018). Uma dessas abordagens é a Aprendizagem baseada em Projetos (PBL - *Projects Based Learning*), que permite aos estudantes articulação com a realidade profissional, unindo teoria e prática. Nessa abordagem os discentes também podem desenvolver competências transversais, como: atividades colaborativas; condução de reuniões; tomada de decisão e gerenciamento de conflitos e projetos (Correia e Oliveira, 2020; Filatro e Calvacanti, 2018; Santana, 2009, Fernández, 2006).

Por meio do Programa Aprendizagem para o 3º Milênio (A3M), a Universidade de Brasília (UnB) tem apoiado a pesquisa, a produção de novos conhecimentos e o desenvolvimento de metodologias educacionais inovadoras no processo de ensino e aprendizagem. Oriundo de tal contexto, este artigo apresenta as principais tecnologias digitais sociais e a facilidade de seu uso quando utilizadas no processo de ensino e aprendizagem por discentes numa turma que emprega a abordagem Aprendizagem baseada em Projetos na disciplina de Interação Humano-Computador do curso de Engenharia de Software da Faculdade do Gama da Universidade de Brasília.

Este artigo segue assim organizado: a Seção 2 apresenta o embasamento teórico da pesquisa; a Seção 3 contempla a metodologia; na Seção 4 discutem-se os resultados, e na Seção 5 são tecidas as considerações finais.

2. Referencial Teórico

Os diversos *software* da Web 2.0, como blogs, compartilhamento de mídia ponto a ponto (P2P) e *wiki* estão oferecendo oportunidades de aprendizado sem precedentes. Em todo o mundo, os estudantes são capazes de usar a inteligência coletiva para criar “a sabedoria das multidões” (Surowiecki, 2005), conectando-se a ambientes sociais ricos e dinâmicos, ao invés de estudarem sozinhos. McLoughlin et al. (2007) definem a Pedagogia 2.0 como a combinação das possibilidades das tecnologias sociais e abordagens educacionais, que oferecem um potencial de mudanças radicais e transformacionais nas práticas de ensino e aprendizagem com ferramentas que resultarão em ambientes de aprendizado mais personalizado, participativo e colaborativo.

O computador, principalmente por meio da internet, tem possibilitado a aprendizagem colaborativa como abordagem pedagógica em que a aprendizagem ocorre por meio da interação social virtual. Segundo (Stahl, Koschmann e Suthers, 2006) esse tipo de aprendizado é caracterizado pelo compartilhamento e construção de conhecimento entre os participantes, usando a tecnologia como principal meio de comunicação ou como um recurso comum.

Nesse contexto, as metodologias ativas se aplicam como práticas pedagógicas que levam o estudante a fazer e a pensar no que está fazendo à luz dos conceitos teóricos circunstanciados em práticas do seu próprio cotidiano. Nessa metodologia, o estudante é envolvido em seu processo de aprendizado como protagonista de sua formação, da construção do seu próprio conhecimento, habilidade e competência, como nas seguintes práticas de ensino e aprendizagem nas metodologias ativas de aprendizagem:

aprendizagem baseada em problemas; estudo de caso, aprendizagem entre pares e aprendizagem baseada em projetos, utilizada nesta pesquisa.

De acordo com Bender (2014), a PBL é “um modelo de ensino que consiste em permitir que os estudantes confrontem as questões e os problemas do mundo real que consideram significativos, determinando como abordá-los, e agindo de forma cooperativa em busca de soluções”.

Escolhemos a abordagem baseada em projetos porque nela os estudantes precisam se esforçar, individual e coletivamente, para explorar as possíveis soluções de um contexto específico, para o qual devem ser utilizadas as tecnologias ou recursos disponíveis, o que incentiva o desenvolvimento de um perfil investigativo e crítico ante uma situação-problema. Além disso, o professor presente, além de expor a metodologia a ser trabalhada para que os estudantes busquem os conhecimentos por si mesmos, atua como tutor fornecendo orientações e provendo *feedback* nos projetos em desenvolvimento, mostrando erros e acertos da trajetória de construção coletiva do conhecimento.

Para Blumenfeld et al. (1991), a aprendizagem baseada em projetos difere da aprendizagem baseada em problemas porque nesta última os estudantes são focados principalmente no processo de aprendizagem, enquanto na primeira, para além disso, precisaria culminar num produto. Segundo Wrigley (1998), a maioria das práticas de aprendizagem baseadas em projetos abrange as seguintes etapas: seleção de tópicos, planejamento, pesquisa e elaboração de produtos.

Quando se desenvolve um projeto, os estudantes e o professor podem perder o foco dos objetivos de aprendizagem estabelecidos e não esgotar os conteúdos curriculares propostos. Esse é um dos problemas da abordagem Aprendizagem baseada em Projetos. Mesmo que o protagonismo dos discentes nessas situações de aprendizado seja mais acentuado, é imprescindível acompanhar cada etapa do projeto, cabendo ao professor oferecer-lhes ajuda e orientação durante toda essa trajetória (Filatro e Calvacanti, 2018).

O Projeto Pedagógico do Curso – PPC de Engenharia de Software da Faculdade do Gama (FGA), em sua primeira versão, fundamentou-se principalmente nas diretrizes do *Software Engineering 2004* (IEEE-CS/ACM), Conselho Nacional de Educação – CNE/CES N.º 11, de 11/03/2002, Currículo de Referência da Sociedade Brasileira de Computação (SBC 2005) e Modelos de Processos de Software (CMMI e MPS. BR) (Figueiredo *et al.*, 2010). Convém salientar que a segunda versão do PPC de Engenharia de Software da FGA, em outubro de 2016, seguiu a Resolução no. 5/2016 (Resolução CNE/CES, 2016) na orientação da formação profissional por habilidades e competências (Wander *et al.*, 2012).

3. Metodologia

“Esta pesquisa foi desenvolvida após três meses do início do semestre, com 75% das aulas já ministradas, em caráter exploratório, que segundo (Gil, 1999), é aquela feita “com o objetivo de proporcionar uma visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato”. A abordagem é do tipo qualitativa, e o grupo social analisado se constituiu de discentes da disciplina Interação Humano-Computador (IHC) do curso de graduação em Engenharia de Software da Faculdade do Gama da Universidade de Brasília, Brasil,

no segundo semestre de 2019. A turma se compunha de 65 estudantes matriculados. A condução da pesquisa seguiu os preceitos da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS), Resolução CNS nº466/12¹, tal que 48 discentes anuíram em participar voluntariamente da pesquisa após lerem e assinarem um termo de consentimento livre e esclarecido, representando 73,8% da turma.

O curso de graduação em Engenharia de Software (ES) possui disciplinas que abordam os principais processos, métodos e técnicas de desenvolvimento e manutenção de *software*. Durante o curso de graduação, os discentes aprendem e utilizam várias ferramentas (tecnologias, *software* e aplicativos) nas diversas disciplinas. A IHC faz parte do quadro de disciplinas obrigatórias do currículo do curso, no quinto período, com carga horária de 4 créditos.

A disciplina IHC se desenvolve num total de 32 encontros, de 2 horas-aula cada, somando 1h50min. Nos primeiros encontros foram apresentados a ementa, o plano da disciplina, o método de ensino, a abordagem PBL, o projeto a ser desenvolvido, o cronograma das aulas (com as datas do planejamento do projeto avaliativo, de cada conteúdo a ser ministrado, das aulas de tutoria, de todas as apresentações parciais e final do projeto e da avaliação da disciplina) e a proposta de divisão dos grupos. O projeto previa encontrar um Website com pouca usabilidade para aplicar os conceitos da disciplina IHC com o fito de melhorá-lo nesse quesito.

No quarto encontro, cada grupo apresentava os integrantes, o projeto a ser desenvolvido na disciplina com o contexto da aplicação, o planejamento (incluindo o cronograma com as datas de entrega dos artefatos a serem desenvolvidos, das apresentações parciais e da apresentação final do projeto) e as ferramentas a serem utilizadas. O cronograma do projeto deveria seguir o cronograma da disciplina constante do plano de ensino. Do quinto até o 28º encontro, a dinâmica de ensino e aprendizagem foi distribuída nos seguintes blocos: aulas de conceitos, aulas de tutoria e aulas para as apresentações.

A depender dos conceitos, poderia ser ministrado um ou dois conceitos juntos em um ou dois encontros. Na aula de tutoria, cada grupo apresentava as dúvidas sobre a aplicação do conteúdo ministrado no projeto, uma espécie de sessão de tutoria, que, no geral, constituía um encontro. Na aula para as apresentações, o docente fazia avaliações parciais do andamento do projeto.

Os critérios de avaliação adotados foram quatro: (i) colaboração (participação nas atividades do projeto): o ideal era que cada membro colaborasse um pouco com cada tipo de atividade para ter um aprendizado mais abrangente no projeto; (ii) pontualidade (entrega das atividades nos prazos estabelecidos); (iii) proatividade (iniciativa e interesse na participação do projeto): os discentes deveriam requisitar tarefas e se responsabilizar por elas; e (iv) qualidade do trabalho entregue: se não exigia retrabalho e se a qualidade correspondia ao nível de exigência estabelecido.

A aula das apresentações poderia tomar até dois encontros, em que cada grupo expunha os resultados da aplicação do conteúdo no projeto para o professor e para os demais

¹ Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

grupos da turma, compartilhando os resultados e as soluções, permitindo que todos apresentassem dúvidas e/ou colocações sobre o conteúdo, além de conferir o retorno das contribuições e as dificuldades de aplicá-lo nos projetos.

Os grupos deveriam utilizar ferramentas para comunicação (troca de mensagens e videoconferência), para planejar e gerenciar as atividades, e para armazenar arquivos de forma colaborativa. Foi solicitado apenas o compartilhamento dos artefatos do projeto em uma *Wiki* no repositório da disciplina (<https://github.com/Interacao-Humano-Computador>), enquanto as demais ferramentas deveriam ser definidas em grupo, o que motivou a realização dessa pesquisa sobre os critérios de escolha e sobre a interação dos integrantes com elas.

Os dados foram coletados por meio da aplicação de um questionário impresso aos discentes da disciplina. Com questões abertas, fechadas de múltipla escolha e algumas questões fechadas utilizando a escala Likert, o questionário tinha o objetivo de identificar as principais tecnologias sociais e avaliar o grau de utilização, grau de conhecimento e dificuldade das tecnologias sociais utilizadas pelos discentes.

O primeiro bloco do questionário se relacionava às questões para identificar o perfil dos discentes, enquanto os demais blocos tratavam sobre a interação das ferramentas digitais utilizadas no cotidiano da universidade. O primeiro bloco, sobre o perfil dos respondentes, abordou perguntas sobre a idade, o sexo, qual semestre o discente está cursando, a forma de ingresso na universidade, em qual ou quais atividades deseja atuar após concluir o curso, qual ou quais dispositivos eletrônicos utiliza nas atividades de estudo e quais recursos são utilizados para buscar mais conhecimentos nas disciplinas. O segundo bloco continha perguntas sobre as ferramentas de comunicação para avisos gerais (marcar reunião e outros) e ferramentas de comunicação para realizar reunião a distância e o grau de interação dos discentes com elas; o terceiro bloco, perguntas sobre as ferramentas utilizadas no planejamento e gerenciamento das atividades e o grau de interação com elas. Já o quarto e último bloco contemplava perguntas para identificar as ferramentas para armazenar arquivos de forma colaborativa e o grau de interação com elas.

Quanto às variáveis demográficas, este era o perfil dos respondentes: 42 homens (87,5%) e 6 mulheres (12,5%), na faixa etária entre 19 e 36 anos, a maioria (77,1%) na idade entre 20 e 22 anos. Os respondentes cursaram a disciplina entre o quinto e o nono semestre do curso de Engenharia de Software, sendo a maioria (62,5%) do 5o semestre.

Esses dados foram tabulados, deles extraindo-se inferências com base na sua análise. Todos os valores percentuais da pesquisa estão arredondados em uma casa decimal após a vírgula.

4. Discussão dos Resultados

Esta seção divide-se em duas subseções. A primeira apresenta os resultados obtidos nas respostas ao questionário sobre o perfil, enquanto a segunda confere detalhes sobre a avaliação do uso de tecnologias sociais na aprendizagem.

4.1. Perfil, Interesses dos Discentes e Dispositivos Utilizados nas Atividades de Estudos

Os dados coletados com os respondentes revelaram as seguintes formas de ingresso na Universidade: 39,6% ingressaram pelo Programa de Avaliação Seriada (PAS), 45,8% pelo Vestibular Tradicional, 12,5% pelo Sistema de Seleção Unificada do Ministério da Educação (SiSU/MEC) e 2,1% por Mobilidade Acadêmica. Os demais dados coletados sobre o perfil deles foram as áreas em que pretendiam atuar depois de formados, quais os dispositivos utilizados nas atividades de estudo e quais os recursos utilizados para buscar mais conhecimento na disciplina.

A Tabela 1 traz a porcentagem das áreas em que os respondentes pretendem atuar após a conclusão do curso, predominando a área de “Desenvolvimento de Software” com maior interesse de atuação, com 70,8%. Outra área de atuação almejada é a de “Gerente de Equipe de Desenvolvimento de Software”, com 43,8%, seguida da área de desenvolvimento de “Aplicativos para Dispositivos Móveis”, com 39,6%.

A área de Administrador de Banco de Dados foi a que despertou menor interesse nos respondentes. A opção “Outra atividade” recebeu 10,4%. Nesse item, foram mencionadas outras áreas como Desenvolvedor de *Front-end*, *Marketing*, Especialista em Inteligência Artificial, *Machine Learning*, Engenheiro DevOps, Perícia Digital.

Área de Atuação	Percentual de Discentes
<i>Desenvolvimento de Software</i>	70,8%
<i>Gerente de Equipe de Software</i>	43,8%
<i>Aplicativos para Dispositivos Móveis</i>	39,6%
<i>Cientista de Dados</i>	27,9%
<i>Engenheiro de Dados</i>	27,9%
<i>Empreendedor (Startup)</i>	27,1%
<i>Desenvolvimento de Jogos</i>	25%
<i>Arquiteto de Software</i>	25%
<i>Funcionário Público</i>	12,5%
<i>Outra Atividade</i>	10,4%
<i>Administrador de Banco de Dados</i>	6,3%

Tabela 1 – Áreas de atuação desejadas após a conclusão do curso de graduação

Quanto aos dispositivos utilizados nas atividades de estudo, os resultados podem ser vistos na Tabela 2, que mostra o *Notebook* como o dispositivo mais utilizado por eles, com 95,8%, seguido pelo *Smartphone*, com 72,9%, depois o Computador *Desktop*, com 31,1%, e o *Tablet* com 6,3%. A opção *Netbook* não recebeu nenhum voto.

Dispositivo	Percentual de Discentes
Notebook	95,8 %
Smartphone	72,9 %
Computador Desktop	31,1 %
Tablet	6,3 %
Netbook	0 %

Tabela 2 – Dispositivos usados nas atividades de estudo

Na Tabela 3, os recursos utilizados para busca de mais conhecimento nas disciplinas. O Material disponibilizado pelo professor em meio digital e a *Wiki* de trabalhos de discentes de semestres anteriores foram os recursos mais utilizados para busca de mais conhecimento nas disciplinas pelos discentes, com 68,8%. Em diversas disciplinas do curso de Engenharia de Software da UnB as atividades são entregues aos professores por meio de uma plataforma de ensino da instituição, chamada aprender.unb.br, ou por meio de *wikis* dos próprios discentes, que eles podem usar como exemplos nos semestres posteriores. A *Wikipedia* e os Websites de empresas especializadas, que atuam na área da disciplina ou do curso de Engenharia de Software, foram os recursos menos utilizados para buscar mais conhecimento nas disciplinas, com 18,8% e 12,5%, respetivamente.

Recurso	Percentual de Discentes
Material disponibilizado pelo professor em meio digital	68,8%
Wiki de trabalhos de outros discentes de semestres anteriores	68,8%
Websites de pesquisas	66,7%
YouTube	66,7%
Videoaulas	64,6%
Livro digital	54,2%
Artigos científicos	45,8%
Websites educacionais	45,8%
Wiki de trabalhos de outros discentes da mesma turma	33,3%
Livro físico	22,9%
Wikipedia	18,8%
Websites de empresas especializadas	12,5%

Tabela 3 – Recursos utilizados em busca de mais conhecimento nas disciplinas

4.2. Avaliação do Uso de Tecnologias Digitais Sociais no Processo Colaborativo de Ensino e Aprendizagem pelos Discentes

Nesta subseção apresenta-se o grau de interação com as tecnologias, cujos resultados são divididos em três partes: a primeira sobre as ferramentas de comunicação para avisos gerais (marcar reunião e outros) e ferramentas de comunicação sobre reunião a distância; a segunda sobre as ferramentas utilizadas no planeamento e gerenciamento

das atividades; e a última, as perguntas para identificar as ferramentas para armazenar arquivos de forma colaborativa para o trabalho em equipe.

- Ferramentas de Comunicação

Na coleta de dados referentes ao uso de ferramentas para avisos gerais e agendar reunião, eles marcavam as que utilizavam. Para cada ferramenta selecionada podiam atribuir nota de 1 a 5 (sendo 1 a nota mínima e 5 a máxima) para o grau de utilização, para o grau de conhecimento e para o grau de dificuldade para utilizá-la.

A Tabela 4 mostra que o *Telegram* é o aplicativo mais utilizado, com 47 respondentes (97,9%). O *Telegram* recebeu nota média de 4,6 com desvio padrão de 0,6 para o grau de utilização, e nota média de 4,4 com desvio padrão de 0,7 para o grau de conhecimento sobre o aplicativo. A dificuldade de utilização recebeu nota média 1,3 com desvio padrão de 0,9.

Ferramenta	Nº de respondentes	Interação	Frequência Relativa					Média	Desvio padrão
			Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
Telegram	47 (97,9%)	Utilização	0%	0%	8,5%	21,3%	70,2%	4,6	0,6
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	0%	12,8%	36,2%	51,1%	4,4	0,7
		Dificuldade no uso	83%	8,5%	4,3%	0%	4,3%	1,3	0,9
Whatsapp	33 (68,8%)	Utilização	3%	9,1%	6,1%	3%	78,8%	4,5	1,1
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	3%	0%	18,2%	78,8%	4,7	0,6
		Dificuldade no uso	90,9%	6,1%	0%	0%	3%	1,2	0,7
Wire	5 (10,4%)	Utilização	20%	20%	40%	0%	0%	2,8	1,3
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	40%	20%	20%	20%	0%	2,2	1,2
		Dificuldade no uso	60%	40%	0%	0%	0%	1,4	0,5
Slack	5 (10,4%)	Utilização	0%	0%	60%	20%	20%	3,6	0,8
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	20%	40%	20%	20%	3,4	1
		Dificuldade no uso	40%	20%	40%	0%	0%	2	0,9
SMS	4 (8,3%)	Utilização	50%	25%	0%	0%	25%	2,3	1,6
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	0%	0%	0%	75%	5	0
		Dificuldade no uso	75%	0%	0%	0%	0%	1	0

Tabela 4 – Ferramentas para avisos gerais e agendamento de reuniões

A segunda ferramenta para avisos gerais e marcar reunião mais utilizada foi o *Whatsapp*, com 33 discentes (68,8%), média de 4,5 e desvio padrão de 1,1; para o grau de utilização, média 4,7 com desvio padrão 0,6 para o grau de conhecimento da ferramenta; a média do grau de dificuldade para utilizar o aplicativo foi de 1,2 com desvio padrão de 0,7.

Após a análise da preferência dessas ferramentas, alguns discentes da turma foram presencialmente questionados sobre a razão dessa preferência pelo *Telegram*; as razões citadas foram que para falar com uma pessoa pelo *Telegram* não precisa do número do telefone dela, é necessário apenas o @; a possibilidade de fazer enquetes de votação dentro dos grupos, o de número de pessoas permitido no grupo; *stickers* mais bonitos; possibilidade de usar o *Telegram* pelo computador sem que o aparelho celular esteja por perto; e usar *chatbot* do aplicativo para controle de projetos.

Sobre a preferência das ferramentas para realizar reunião a distância, a primeira pergunta foi sobre o número de pessoas que participavam das reuniões com uso dessas ferramentas. Eles responderam que as usam para reuniões de 2 até 10 pessoas; a maioria dos respondentes usa para reuniões de 6 pessoas (45,8%), seguida de reuniões com 5 pessoas (29,2%).

A título de ilustração, seguem algumas respostas dos discentes: “Acho que o *Telegram* é uma ferramenta muito boa para a comunicação entre os discentes, eu me sinto mais livre dentro do *Telegram*.”; e “Para usar na faculdade, no trabalho, em grupos de estudo ou de pesquisa eu prefiro o *Telegram* por suas funcionalidades adicionais. Agora, para usar num contato pessoal, com pessoas mais íntimas, ou de um modo mais ‘relaxado’, prefiro o WhatsApp.”

Em seguida, eles responderam sobre as ferramentas usadas para trocar mensagens instantâneas e/ou para videoconferências nas reuniões (Tabela 5), em que predomina o *Google hangouts*. Às perguntas relacionadas com a interação com essas ferramentas, os discentes atribuíram notas de 1 a 5 para o grau de utilização, para o grau de conhecimento da ferramenta e para grau de dificuldade para utilizá-la. Os resultados podem ser vistos na Tabela 6.

Ferramenta	Discentes	Videoconferência	Mensagens instantâneas
Google hangouts	44 (91,7%)	44 (91,7%)	2 (4,2%)
Discord	19 (39,6%)	16 (33,3%)	8 (16,7%)
Skype	4 (8,3%)	4 (8,3%)	0%
TeamSpeak	1 (2,1%)	1 (2,1%)	0%

Tabela 5 – Ferramentas para trocar mensagem e videoconferência

A Tabela 6 evidencia que o *Google hangouts* é a ferramenta mais utilizada, com 44 discentes (91,7%). Recebeu nota média de 4,1 com desvio padrão de 0,9 para o grau de utilização e nota média de 4,2 com desvio padrão de 0,8 para o grau de conhecimento sobre a ferramenta. Sobre a dificuldade de utilizá-la, os respondentes atribuíram nota média de 1,6 com desvio padrão de 0,9. A segunda mais utilizada foi o *Discord*, com 19 discentes (39,6%). Este recebeu média 4 com desvio padrão de 1 para o grau de uso;

para o grau de conhecimento da ferramenta, média 4,7 com desvio padrão 0,6; e o grau de dificuldade para utilizar o aplicativo foi de 1,8 com desvio padrão de 1,2. As demais ferramentas mais utilizadas citadas foram o *Skype* seguido pelo *TeamSpeak*, com 4 discentes (8,3%) e 1 (2,1%), respectivamente.

Ferramenta	Nº de respondentes	Interação	Frequência Relativa					Média	Desvio padrão
			Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
<i>Google hangouts</i>	44 (91,7%)	Utilização	0%	4,6%	20,5%	31,8%	40,9%	4,1	0,9
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	2,3%	18,2%	36,4%	40,9%	4,2	0,8
		Dificuldade no uso	61,4%	22,7%	6,8%	6,8%	0%	1,6	0,9
<i>Discord</i>	19 (39,6%)	Utilização	0%	10,5%	21,1%	26,3%	42,1%	4	1
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	26,3%	15,8%	5,3%	52,6%	3,8	1,3
		Dificuldade no uso	68,4%	0%	21,1%	5,3%	5,3%	1,8	1,2
<i>Skype</i>	4 (8,3%)	Utilização	50%	25%	0%	0%	25%	2,3	1,6
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	50%	25%	0%	0%	25%	2,3	1,6
		Dificuldade no uso	75%	0%	0%	25%	0%	1,8	1,3
<i>TeamSpeak</i>	1 (2,1%)	Utilização	0%	100%	0%	0%	0%	2	0
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	0%	0%	0%	100%	5	0
		Dificuldade no uso	100%	0%	0%	0%	0%	1	0

Tabela 6 – Ferramentas para realizar reuniões

- Ferramentas de planejamento e gerenciamento das atividades

Quanto à coleta de dados sobre a preferência de ferramentas para planejar e gerenciar as atividades, para cada ferramenta selecionada os respondentes podiam atribuir uma nota de 1 a 5 para o grau de utilização, para o grau de conhecimento e para o grau de dificuldade para utilizá-la. O resultado dessas questões está na Tabela 7, que mostra que o *ZenHub* é a ferramenta mais utilizada, com 38 discentes (79,2%). O *ZenHub* recebeu nota média de 3,2 com desvio padrão de 1,2 para o grau de utilização, e nota média de 3,2 com desvio padrão de 1,1 para o grau de conhecimento sobre a ferramenta. Na dificuldade de utilizar o aplicativo *ZenHub*, eles atribuíram nota média de 1,7 com desvio padrão de 0,8.

Ferramenta	Nº de respondentes	Interação	Frequência Relativa					Média	Desvio padrão
			Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
ZenHub	38 (79,2%)	Utilização	8,3%	10,4%	33,3%	14,6%	12,5%	3,2	1,2
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	6,3%	18,8%	16,7%	29,2%	8,3%	3,2	1,1
		Dificuldade no uso	39,6%	29,2%	8,3%	2,1%	0%	1,7	0,8
Trello	29 (60,4%)	Utilização	14,6%	10,4%	16,7%	12,5%	6,3%	2,8	1,3
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	4,2%	6,3%	12,5%	25%	12,%	3,6	1,1
		Dificuldade no uso	47,9%	8,3%	2,1%	0%	2,1%	1,3	0,8
Google Calendar	24 (50%)	Utilização	10,4%	6,3%	20,8%	4,2%	8,3%	2,9	1,3
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	6,3%	8,3%	20,8%	8,3%	6,3%	3	1,2
		Dificuldade no uso	27,1%	18,8%	4,2%	0%	0%	1,5	0,6
Outro	8 (16,7%)	Utilização	0%	0%	4,2%	4,2%	8,3%	4,3	0,8
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	0%	4,2%	8,3%	4,2%	4	0,7
		Dificuldade no uso	10,4%	4,2%	2,1%	0%	0%	1,5	0,7

Tabela 7 – Ferramentas para planejar e gerenciar as atividades

A segunda ferramenta mais utilizada foi o Trello, com 29 discentes (60,4%), média de 3,2 e desvio padrão de 1,2 para o grau de utilização. A média 3,2 com desvio padrão 1,1 foi para o grau de conhecimento da ferramenta, e a média do grau de dificuldade para utilizar o *Trello* foi de 1,7 com desvio padrão de 0,8. A terceira ferramenta mais citada foi o *Google Calendar*, por 24 discentes (50%), com a média de 2,9 e desvio padrão de 1,3 para o grau de utilização, média 3 com desvio padrão 1,2 para o grau de conhecimento da ferramenta e a média do grau de dificuldade para utilizar o aplicativo foi de 1,5 com desvio padrão de 0,6. Na opção Outro, foram citadas as seguintes ferramentas: *Notion* (três vezes), *Google keep* (duas vezes), *Pipefy*, *Toggl*, e *Habitica* (uma vez cada).

- Ferramentas para armazenar arquivos de forma Colaborativa

Quanto à preferência de ferramentas para armazenamento colaborativo de arquivos nas quais os integrantes do grupo poderiam armazenar e recuperar os arquivos do(s) projeto(s), eles podiam atribuir nota de 1 a 5 para o grau de utilização, para o grau de conhecimento e para o grau de dificuldade para utilizá-la.

Ferramenta	Nº de respondentes	Interação	Frequência Relativa					Média	Desvio padrão
			Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
Google Drive	48 (100%)	Utilização	0%	0%	6,3%	20,8%	72,9%	4,7	0,6
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	2,1%	2,1%	20,8%	29,2%	45,8%	4,1	1
		Dificuldade no uso	77,1%	18,8%	0%	2,1%	2,1%	1,3	0,8
Dropbox	4 (8,3%)	Utilização	25%	0%	25%	0%	50%	3,5	1,7
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	0%	0%	25%	50%	4	1,2
		Dificuldade no uso	75%	25%	0%	0%	0%	1,3	0,4

Tabela 8 – Ferramentas para armazenar arquivos de forma colaborativa

Os discentes citaram uso de apenas duas ferramentas (*Google Drive* e *Dropbox*), como se vê na Tabela 8. O *Google Drive* é a ferramenta utilizada por todos os 48 discentes (100%), recebendo nota média de 4,7 com desvio padrão de 0,6 para o grau de utilização e nota média de 4,1 com desvio padrão de 1 para o grau de conhecimento sobre a ferramenta. Sobre a dificuldade de utilizar o *Google Drive*, eles atribuíram nota média de 1,3 com desvio padrão de 0,8. O *Dropbox* é utilizado por 4 discentes (8,3%), recebendo média de 3,5 com desvio padrão de 1,7 para o grau de utilização.

- Ferramentas para Repositório de artefatos

Quanto à preferência de ferramentas para controle de versão dos artefatos (usados para controlar as diferentes versões, histórico e desenvolvimento, códigos-fonte e documentação), para cada ferramenta selecionada, os respondentes podiam atribuir nota de 1 a 5 para o grau de utilização, para o grau de conhecimento e para o grau de dificuldade no uso da ferramenta selecionada. Eles utilizam duas ferramentas (*GitHub* e *GitLab*), como se vê na Tabela 9.

O *GitHub* é a ferramenta mais utilizada, por 46 discentes (95,8%); recebeu nota média de 4,8 com desvio padrão de 0,4 para o grau de utilização e nota média de 3,9 com desvio padrão de 0,8 para o grau de conhecimento sobre a ferramenta. Sobre a dificuldade de seu uso, eles atribuíram nota média de 1,6 com desvio padrão de 0,8. O *GitLab* é a segunda ferramenta mais utilizada, por 16 discentes (33,3%), com a média de 2,9 com desvio padrão de 1,3 para o grau de utilização.

Ferramenta	Nº de respondentes	Interação	Frequência Relativa					Média	Desvio padrão
			Valor 1	Valor 2	Valor 3	Valor 4	Valor 5		
GitHub	46 (95,8%)	Utilização	0%	0%	0%	17,4%	82,6%	4,8	0,4
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	0%	4,3%	26,1%	45,7%	23,9%	3,9	0,8
		Dificuldade no uso	56,4%	26,1%	15,2%	2,2%	0%	1,6	0,8
GitLab	16 (33,3%)	Utilização	12,5%	31,3%	31,3%	6,3%	18,8%	2,9	1,3
		Conhecimento (<i>expertise</i>)	18,8%	6,3%	25%	31,3%	12,5%	3,1	1,3
		Dificuldade no	50%	25%	6,3%	6,3%	6,3%	1,9	1,2

Tabela 9 – Ferramentas para repositórios de artefatos

Algumas particularidades da aplicação dessa abordagem na disciplina:

- número de estudantes envolvidos, acima de 60 (sessenta);
- heterogeneidade no perfil discente, predominando estudantes do quinto período do curso; e
- uso de práticas complementares visando a mitigar problemas identificados na Aprendizagem baseada em Projetos. Cabe mencionar, dentre essas práticas complementares, o uso de atividades para incentivar iniciativas com entregas individuais periódicas, dentro ou fora do escopo do projeto.

4. Considerações Finais

As tecnologias digitais sociais podem auxiliar na aprendizagem colaborativa, que é regida pelas novas relações com o saber, motivando a interagir com as próprias tecnologias, e podem ser aplicadas de forma inovadora no ensino superior, quando aliadas a novas metodologias de ensino. Essas metodologias, no entanto, devem considerar as novas relações com o saber e com a interação social, mediada ou não por tecnologia.

Este artigo apresentou e discutiu os resultados da abordagem de metodologia ativa orientada a projetos na disciplina de IHC do curso superior em Engenharia de Software de uma instituição federal, que pode ser replicado em outras realidades, dessa área de conhecimento ou não, demonstrando que as ferramentas digitais sociais são adequadas no suporte ao trabalho colaborativo em todas as fases de construção do conhecimento num processo colaborativo de ensino e aprendizagem. Dos 65 estudantes matriculados, que formaram 10 grupos de 6 estudantes e um grupo com 5, teve como resultado a aprovação de 64 estudantes que concluíram a disciplina, mostrando que a metodologia

adotada, baseada em projetos, foi adequada aos objetivos pedagógicos traçados pelo docente em seu planejamento.

Diferentes ferramentas foram eleitas pelos estudantes, para diferentes tarefas, motivadas pela percepção de cada um sobre usabilidade e adequação a cada uma das tarefas necessárias à construção do projeto. Essas tecnologias digitais, consideradas aqui como sociais pela interação promovida entre os estudantes, foram fundamentais no suporte, armazenamento e gerenciamento de todo o processo de ensino e aprendizagem colaborativamente construído.

Os resultados desta pesquisa revelam que as tecnologias digitais sociais mais utilizadas foram: para comunicação foi o *Telegram*; para videoconferências foi o *Google hangouts*; para planejamento e gerenciamento das atividades do projeto foi o *ZenHub*; para armazenamento colaborativo de arquivos foi o *Google Drive*; e para controle de versão dos artefatos foi o *GitHub*.

Como trabalhos futuros, e já em andamento, encontram-se: o planejamento da aplicação da abordagem nesta e noutras disciplinas do curso de Engenharia de Software da UnB e em disciplinas do curso de Ciência da Computação na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, para identificar restrições da aplicação da abordagem e seu aprimoramento contínuo, além do planejamento da aplicação desta pesquisa sobre o conhecimento e comparação das tecnologias digitais sociais utilizadas em outras turmas e em uma universidade de outra região do Brasil, com estudantes com perfis diferentes.

Referências

- Bender W. N. (2014). *Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação diferenciada para o século XXI*. Porto Alegre: Penso Editora.
- Blumenfeld, P. C. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398.
- Cerutti, D. M. L. (2010) Ensino de IHC: Desconstruindo interfaces em sala de aula. In WEIHC – Workshop sobre Ensino de IHC. Belo Horizonte, MG.
- Chagas, A. M., Linhares, R. N., & Mota, M. F. (2019). A Curadoria de Conteúdo Digital enquanto Proposta Metodológica e Multirreferencial. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (33), 32-47. doi: <http://dx.doi.org/10.17013/risti.33.32-47>.
- Correia, W. C. C., & Oliveira, G. F. (2020). Reflexões sobre a prática da interdisciplinaridade através da metodologia Project Based Learning: Um estudo de caso no ensino de Engenharia. *Revista Docência do Ensino Superior*, 10. doi: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2020.13597>.
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI, Revista de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Murcia*, 24, 35-56.

- Figueiredo R. M., Sales, A. B., Ribeiro, L. C. M., Laranjeira, L. A. F. and Rocha, A., (2010). "Teaching Software Quality in an Interdisciplinary Course of Engineering," In: 7th International Confer. on the Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), pp. 144-149. <https://doi.org/10.1109/QUATIC.2010.28>.
- Filatro, A., & Cavalcanti, C. C. (2018). Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa (1th Ed.). São Paulo: Saraiva Educação.
- Gerhardt, T., & Silveira, D. T. (2009). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Gibbs, W. (1994). Software's chronic crisis. *Scientific American*, 271 (3), 86–95.
- Gil, A. C. (1999). Métodos e Técnicas de Pesquisa Social (5th Ed.). São Paulo: Atlas.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). Pesquisa nacional por amostra de domicílios: Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal: 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101631>.
- Junior, P. T. A. (2010). Papéis do Docente em IHC: do conhecimento ao mercado. In *Anais Extendidos do IX Simpósio de Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (Volume II)*. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação.
- Lima, J. V., Júnior, M. de M. A., Moya, A., Almeida, R., Anjos, P., Lencastre, M., Fagundes, R. A. de A., & Alencar, F. (2019). As Metodologias Ativas e o Ensino em Engenharia de Software: uma revisão sistemática da literatura. In *Proceedings of VIII Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE), Anais do XXV Workshop de Informática na Escola (WIE)*, Brasília, Brasil.
- McLoughlin, C., & Lee, M. J. W. (2007). Social software and participatory learning: Pedagogical choices with technology affordances in the Web 2.0 era. In *Proceedings of ASCILITE - Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Annual Conference* (p. 664-675). Queensland, Australia. Disponível em: <https://www.learntechlib.org/p/46128/>.
- Sales, A. B. de, Del, A. de M., & Sales, M. B. de. (2013). Avaliação da Aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas na Disciplina de Interação Humano e Computador de curso de Engenharia de Software. *RENTE, Revista Novas Tecnologias na Educação*, 11(3). doi: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.44932>
- Santana, A. C. (2009). Metodologia para a Aplicação da Aprendizagem Orientada por Projetos (AOPj), nos Cursos de Engenharia, com Foco nas Competências Transversais. (Tese de Doutorado), Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília.
- Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In: R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences*, (p. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

- Surowiecki, K. (2005). *The wisdom of crowds* (1st Ed.). New York, NY: Anchor Books.
- Wander, C. M. P. da S., Sales, A. B. de, Santos, G. A., Hilmer, R. N., Neri, L. A. L., & Ribeiro, L. C. M. (2012). A Elaboração da Nova Matriz Curricular do Curso de Engenharia de Software da UnB: uma proposta de Método baseado na Educação por Competências. In V Fórum de Educação em Engenharia de Software (FEES/SBES), Natal.
- Wrigley, H. S. (1998) Knowledge in action: The promise of project-based learning. Focus on Basics, 2(Dez). Disponível em: <http://www.ncsall.net/index.html?id=384.html/>

Math2Text: Software para geração e conversão de equações matemáticas em texto - limitações e possibilidades de inclusão

Albino Szesz Junior^{1,2}, Lucas Ribeiro Mendes², Sani de Carvalho Rutz da Silva²

alsjunior@uepg.br, lrmen14@gmail.com, sani@utfpr.edu.br

¹ Departamento de Informática, Universidade Estadual de Ponta Grossa UEPG, 84030-900, Ponta Grossa/PR, Brasil

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR – Ponta Grossa, 84015-150, Ponta Grossa/PR, Brasil

DOI: 10.17013/risti.37.99–115

Resumo: No campo da inclusão, especificamente na deficiência visual, identificam-se lacunas para compreensão e interpretação de equações matemáticas presentes em diferentes mídias. Assim, objetiva-se neste trabalho apresentar o Math2Text, um produto que converte equações, produzidas em uma plataforma gráfica, em equações textuais acessíveis, através do formato de “texto lido”, o qual é obtido por extenso e sem ambiguidades, possibilitando ao estudante com deficiência visual compreender e interpretar a equação, a fim de solucioná-la adequadamente. Para tanto utilizou-se a metodologia DCU, design centrado no usuário, com as seguintes etapas: pesquisa, design, prototipagem e teste. Na pesquisa foram analisados estudos similares, realizando uma comparação entre diferentes softwares. Na etapa de design apresentam-se as ferramentas e a estratégia a ser utilizada durante o desenvolvimento. Na prototipagem apresenta-se a ferramenta e suas interfaces, por fim, na etapa de teste, demonstra-se o teste realizado com um professor e um grupo de alunos com deficiência visual. Conclui-se que o sistema se mostrou bastante eficiente e pretende, num futuro próximo, automatizar todo o processo.

Palavras-chave: Conversão de equações para texto, Acessibilidade, Inclusão, Deficiência visual, Software.

Math2Text: Software for generating and converting mathematical equations to text - limitations and inclusion possibilities

Abstract: In the field of inclusion, specifically when it comes to vision difficulties, there are gaps for understanding and interpreting mathematical equations presented on different media. Thus, the objective of this work is to present Math2Text, a product that converts equations produced in a graphical platform to accessible textual equations, through the format of “read text”, i.e., a string of unambiguous text written in a natural language (e.g., Portuguese), with the goal of enabling visually impaired students to understand and interpret equations so they can be solved properly. For this purpose, the UCD (User-centered design) methodology

was used, with the following steps: research, design, prototyping and testing. In the research phase, similar studies were analyzed, and different software were compared. In the design stage, the tools and strategy used in the development are presented. In prototyping, the tool and its interfaces are presented, then in the test stage, the test performed with a teacher and a group of visually impaired students is demonstrated. It is concluded that the system proved to be quite efficient and, as future work, it is intended to automate the whole process.

Keywords: Conversion of equations to text, Accessibility, Inclusion, Visual impairment, Software.

1. Introdução

Nas últimas décadas, o ser humano teve uma grande evolução na chamada inclusão social, que tem por objetivo incluir a todos no mesmo contexto social, auxiliando cada indivíduo de acordo com suas necessidades, para que todos participem do ambiente social da forma mais igualitária possível.

Diante da pauta da inclusão, a acessibilidade foi buscada em diversas áreas da vida e do trabalho humano, inclusive na área de computadores e internet, através da acessibilidade virtual e das tecnologias assistivas.

A acessibilidade virtual está relacionada à capacidade de sua utilização por pessoas com deficiência, permitindo que estes usuários sejam capazes de perceber os conteúdos, compreendê-los, realizar atividades de navegação e interação, bem como criar conteúdo na web (W3C BRASIL, 2013).

Já o termo tecnologias assistivas (TA) é utilizado para identificar todo um conjunto de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão (Bersch, 2017).

Assim, na busca por acessibilidade virtual e na utilização das tecnologias assistivas, uma área de aplicação se dá as pessoas com deficiência visual, que necessitam, em grande parte dos casos, de formas auditivas bem detalhadas, baseadas nos conceitos de audiodescrição, para compreender informações visuais presentes em mídias, computadores ou na internet.

Esta área, segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) a cegueira afeta aproximadamente 39 milhões de pessoas em todo o mundo, número que aumenta para 246 milhões considerando perda moderada ou severa da visão (Augusto et al., 2019).

Neste sentido, Bonilla, Silva e Machado (2018) destacam que a distinção entre cegueira e baixa visão se baseia mais em critérios funcionais que em critérios médicos, sendo considerado indivíduos com baixa visão aqueles que, podendo inclusive ser considerados legalmente cegos, são capazes de utilizar o resíduo visual que possuem para executar tarefas do dia a dia, especialmente as de caráter escolar.

Assim, os mesmos autores afirmam que independente do grau, causa, ou momento do aparecimento, é importante perceber que a deficiência visual não é um problema por si e esses indivíduos têm potencial para um desenvolvimento considerado normal a depender do ambiente físico e social no qual estejam inseridos.

Afirmção que vem de encontro com as teorias de Vigotski (1997) que consideram que a cegueira, bem como outras deficiências, pode promover uma reorganização completa no funcionamento psíquico, de modo a possibilitar uma compensação do impedimento, considerando que o problema da cegueira é meramente instrumental, e ao se proporcionar ao cego formas alternativas de acesso aos aspectos da cultura inacessíveis a ele devido à ausência de visão, o problema será contornado, como no caso do sistema braille, que permite ao cego o acesso à linguagem escrita (de Lira & Schindwein, 2008).

Na busca por proporcionar formas alternativas de acesso ao conhecimento, muitas tecnologias assistivas foram desenvolvidas como recursos didáticos. Estes recursos didáticos, vão desde os mais tradicionais (óculos bifocais e monofocais, lupas, bengala, reglete, sorobã, régua para escrita cursiva, máquina Perkins para escrita em braille, dentre outros) até os mais avançados (calculadoras e relógios que falam, bengalas com sensor laser, etiquetas com gravação de áudio, identificador de notas de dinheiro e de cores, dentre outros) (Bonilla et al., 2018).

Com o avanço das tecnologias através do computador e da internet, esta área teve um impulso maior, possibilitando que as pessoas com deficiência visual utilizem: teclados com letra ampliada e contraste, software para ajuste de cores e tamanho das informações (efeito lupa), software leitores de tela, softwares de reconhecimento de voz, softwares leitores de texto impresso (OCR), software para impressão aumentada, impressora braille, impressão em relevo, linha braille, dentre outros (Bonilla et al., 2018).

Estes recursos fazem parte das tecnologias assistivas, as quais na visão de Radabaugh (1993) tornam, para as pessoas sem deficiência, as coisas mais fáceis e para as pessoas com deficiência, tornam as coisas possíveis.

Neste sentido, este trabalho busca produzir uma ferramenta que tornem as coisas mais fáceis e possíveis, mas também uma tecnologia capaz de auxiliar pessoas que buscam educação e não possuem condições de adquirir softwares com licenças pagas, cumprindo o papel da tecnologia definido por Rocha & Angélico (2015, p. 10) “[...] as Tecnologias de Informação (TI) assumem um papel determinante [...] como um instrumento primordial para a concretização da aquisição e transferência de conhecimento e, concomitantemente, para a modernização, reforma e transformação do processo educativo, há vários anos.”.

Neste sentido, o produto desenvolvido neste trabalho, tem por objetivo converter equações produzidas em uma plataforma gráfica para equações textuais acessíveis, através do formato de “texto lido”, que é o texto por extenso, ou seja, uma leitura literal da equação matemática, sem ambiguidades, possibilitando ao estudante com deficiência visual compreender a equação e assim formulá-la da maneira correta, afim de solucioná-la adequadamente.

Clique ou toque aqui para inserir o texto. O processo de desenvolvimento deste trabalho, seguiu a abordagem do design centrado no usuário (DCU) (Anderson et al., 1988; ISO 9241-210, 2019), que foca no desenvolvimento de soluções com a geração de produtos bem adaptados às características e necessidades dos usuários, que sejam fáceis de usar e úteis, esse processo é dividido nas etapas de pesquisa, design, prototipação e teste.

Costa et al. (2015) ao aplicar essa metodologia (DCU) no desenvolvimento de uma plataforma de ensino de matemática, nos diz que o envolvimento dos utilizadores no processo de desenvolvimento providencia uma fonte de conhecimento sobre o contexto de utilização, sobre as tarefas e como os utilizadores tendem a trabalhar posteriormente com o software.

Assim, neste artigo será apresentado o Math2Text um produto de software web, desenvolvido através da metodologia do design centrado no usuário (DCU) e proveniente da junção de softwares de código aberto e códigos autorais, com o objetivo de auxiliar na interpretação de símbolos matemáticos para estudantes com baixa ou nenhuma visão, bem como professores no desenvolvimento de materiais acessíveis.

2. A pesquisa para desenvolvimento do Math2Text

A notação matemática é baseada em uma variedade de símbolos, gráficos e diagramas que normalmente descrevem objetos abstratos que são impossíveis de se apresentar de forma linear sem o uso de vários parênteses. Essa não linearidade é o principal desafio ao se projetar uma ferramenta para a tradução automática de notação matemática. (Bier & Sroczynski, 2015, 2019; Spinczyk et al., 2019)

Diferentes abordagens foram usadas para a conversão automática de notação matemática para a forma falada e vice-versa. Uma solução possível para o sistema ler (ou escrever) notação matemática de maneira compreensível e adequada é equipá-la com uma ferramenta para tradução automática da notação simbólica matemática para a linguagem falada, tal como a apresentada por Cuartero-Olivera et al. (2012) e outra de síntese de fala como a desenvolvida por El-Glaly & Quek (2014), as quais necessitam de um conjunto de ferramentas, conhecimentos avançados e conhecimentos da língua inglesa, visto que as existentes, em sua grande maioria foram desenvolvidas neste idioma.

Dentre as ferramentas já desenvolvidas de TTS (*Text-to-speech*) destinados à matemática, a grande maioria necessita de um tipo específico de entrada tal como LATEX ou MathML, linguagens de marcação, e usam um conjunto de regras de tradução predefinidas no processo de tradução, bem como possuem acesso livre, não comercial.

Dentre as ferramentas e iniciativas já desenvolvidas neste âmbito destacam-se: Math Speak & Write (Guy et al., 2004), AudioMath (Ferreira et al., 2005), Teitac (Caky et al., 2009), TalkMaths (Wigmore et al., 2009), i-Math (Wongkia et al., 2012), MathSpeak (Nazemi et al., 2012), 4Math (Sebastian et al., 2017) e Equation Wizard (Bier & Sroczynski, 2019).

Assim, realizando a primeira etapa do DCU, buscou-se embasamento para a pesquisa e o atual estado de produtos já desenvolvidos no âmbito da matemática e acessibilidade, realizou-se um levantamento sobre as funcionalidades presentes em sistemas já desenvolvidos. A escolha dos softwares para comparação baseou-se no levantamento bibliográfico realizado e em uma lista de ferramentas matemáticas elaborada pelo *World Wide Web Consortium* (W3C) (W3C Wiki, 2007), uma organização que visa padronizar a internet mundial, propondo padrões e boas práticas para utilização.

Assim, selecionou-se softwares com diferentes finalidades de exportação e disponíveis em diferentes plataformas, buscando analisar os fatores e características de cada um, para isso levantou-se os seguintes requisitos:

- **Ferramenta:** Identificação da ferramenta, nome utilizado.
- **Licença:** Identificação da licença do software, se é paga ou gratuita, possibilitando definir se pode ser usado por qualquer usuário ou se há restrições de uso devido a compra de software.
- **Plataforma de Utilização:** Plataformas nas quais a ferramenta pode ser utilizada, desktop, internet, dispositivos móveis. Demonstrando o quão amplo pode ser seu acesso ou se é restrito a determinados tipos de sistemas operacionais.
- **Interface:** Identificação do tipo de interface do software, se ele possui interfaces gráficas e intuitivas para melhor usabilidade do usuário ou se não possui, o que pode tornar mais difícil a manipulação da ferramenta.
- **Tipos de Exportação:** Formato de arquivos para exportação, limitando-se a avaliar se a ferramenta possui suporte a três tipos de exportação: LaTeX, MathML e Equação para Texto, sendo a primeira um formato indicado para uso em textos científicos, a segunda para uso em plataformas WEB e a última para saídas acessíveis a deficientes visuais que utilizem leitores de tela. Quanto maior o número de exportações que a ferramenta abrange, maior será as possibilidades de uso para o usuário, que poderá adaptar e aplicar em diferentes plataformas e usos.
- **Acessível:** Identificação se a ferramenta possui saídas acessíveis, sendo o formato Equação para Texto um tipo de saída acessível. Esse fator identifica se a ferramenta de alguma forma contempla o âmbito da acessibilidade.

A partir disso, analisou-se os softwares encontrados e elaborou-se um comparativo entre ferramentas computacionais matemáticas, apresentados no Quadro 1.

Ferramenta	Licença	Plataforma de Utilização	Interface	Tipos de Exportação*	Acessível
DragMath (Billingsley, 2007)	Gratuita	Web	Editor Gráfico	MathML, Latex	Não
FireMath (MrBont, 2009).	Gratuita	Web (Firefox)	Editor Gráfico	MathML	Não
FMath (Alexandru, 2010)	Gratuita	Java, Web, Flash, Etc...	Editor Gráfico	MathML, Latex	Não
Formulator MathML Weaver (Hermitech Laboratory, 2013)	Gratuita (para uso não comercial)	Windows, Mac OS X & Linux	Editor Gráfico	MathML	Não
LibreOfficeMath (The Document Foundation, 2011)	Gratuita	Windows, Mac e Linux	Editor Gráfico	MathML	Não
MathCast (Chakam & Lee, 2004-2011)	Gratuita	Windows	Editor Gráfico	MathML	Não

Ferramenta	Licença	Plataforma de Utilização	Interface	Tipos de Exportação*	Acessível
MathJax (MathJax, 2011)	Gratuita	Web	Não possui	MathML, Latex, Equação para Texto	Sim
MathType (Wiris, 1996)	Paga	Windows	Editor Gráfico e Manuscrito	MathML, Latex, Equação para Texto	Sim
MathMagic (InfoLogic, 1998)	Paga	Windows, Mac, Android	Editor Gráfico	MathML, Latex, Equação para Texto	Sim
MyScript (MyScript, 1998)	Paga	Windows, IOS, Android	Editor de Manuscrito	Latex	Não

Quadro 1 – Comparativo entre ferramentas computacionais matemáticas.

Analisando-se o quadro 1, identifica-se que os softwares mais abrangentes, possuem licenças comerciais, bem como lacunas, como a falta de distribuição gratuita, saídas em formatos científicos como LaTeX e MathML e suporte à diferentes sistemas operacionais, características consideradas no desenvolvimento do produto, objeto deste trabalho.

Na análise, também se observou que as ferramentas de uso gratuito, em grande parte, possuem maior reportação de erros pela comunidade que a utiliza, sendo que muitas não possuem nenhum tipo de suporte ou encontram-se em estado de abandono por parte dos desenvolvedores, isto é, tratam-se de softwares sem atualizações ou correções há anos, fato identificado a partir da consulta nos respectivos repositórios/sites dos softwares.

Essa baixa quantidade de softwares acessíveis e o abandono em seu desenvolvimento, pode estar relacionada as especificidades necessárias na produção de ferramentas acessíveis, pois exige do desenvolvedor a compreensão das limitações humanas e o conhecimento das formas de adaptar seu software.

Relacionando o quadro 1 elaborado com as referências estudadas, enfatiza-se que a maioria das soluções apresentadas suporta apenas o idioma inglês, incluindo as ferramentas comerciais citadas e que devido à gramática e semântica, essas soluções não podem ser usadas diretamente para outros idiomas nacionais.

Observa-se também a necessidade de preparação do material em formatos específicos (XML, LaTeX) bem como a instalação de softwares específicos, não gera autonomia ao professor e ao deficiente visual, assim falta uma solução flexível, que permita adaptação e que seja de fácil uso para todos os envolvidos.

Porém, constata-se que há duas ferramentas presentes no mercado que alcançam a maioria dos fatores listados no Quadro 1, o MathType e o MathJax.

O MathType faz parte de uma suíte de softwares de produção matemática para computadores da companhia Wiris. A ferramenta produz desde o desenvolvimento de equações em editores gráficos até sua exibição final em websites, porém possui licença paga, o que inviabiliza o acesso a todos.

O MathJax é uma ferramenta gratuita, constantemente atualizada, possuindo um grande universo de colaboradores e empresas que auxiliam no seu desenvolvimento e manutenção. Apresenta saídas acessíveis compatíveis com diversos leitores de tela gratuitos, além de outros formatos acessíveis para exibição de equações. Contudo, trata-se apenas de uma ferramenta de exibição de equações em plataformas web, tornando-a menos abrangente que a suíte do MathType.

A ferramenta Math2Text (produto) desenvolvido neste trabalho, busca aliar as qualidades de ambas ferramentas, buscando uma solução completa que vai desde a criação da equação até sua exibição online com saídas acessíveis no idioma português brasileiro, sendo distribuída de forma gratuita.

Outro ponto considerado no desenvolvimento do produto, relaciona-se com a forma de leitura de uma equação, pois diferente da forma padrão de apresentar uma equação matemática em braile, que encontra-se no Código Matemático Unificado (2006), a transcrição de uma equação para um texto, afim de ser lido por um software leitor de tela, deve ser feito de forma não ambígua, utilizando os conceitos de audiodescrição, pois o usuário deve conseguir formular a equação de maneira correta. Contudo, não se encontrou nenhum padrão claro estabelecido para tal transcrição, assim, busca-se uma forma baseada em uma leitura literal da equação com todos seus componentes, evitando qualquer possível ambiguidade na interpretação da equação. O quadro 2 apresenta a diferença entre uma leitura de equação comum (ambígua) e a leitura produzida pela ferramenta.

#	Equação	Tipo de Leitura	Leitura da Equação	Interpretação I	Interpretação II
1	$Y = \frac{1}{2} + X$	Leitura Comum (Ambígua)	Y Igual um sobre dois Mais X.	$Y = \frac{1}{2} + X$	$Y = \frac{1}{2 + X}$
2	$Y = \frac{1}{2} + X$	Leitura pela ferramenta	Y Igual InícioFração um Sobre dois FimFração Mais X	$Y = \frac{1}{2} + X$	Não possui.

Quadro 2 – Comparativo entre leituras de uma mesma equação.

A partir do Quadro 2, observa-se que uma mesma equação pode ser interpretada de diferentes formas, por exemplo, na equação 1, não realizando a diferenciação entre denominadores e fatores da equação, gerando ambiguidade, afim de resolver isto, todos os componentes são descritos de maneira literal, tal como é realizado na equação 2, descrevendo o início e fim da fração.

3. Design do Math2Text

Após a realização da etapa de pesquisa do DCU, a próxima etapa é de design, com a busca e a produção de uma solução, para isso no desenvolvimento do Math2Text foram utilizadas duas ferramentas externas (FMath e MathJax) e uma autoral (*LaTeX Math*

Speak), todas com distribuição gratuita, cada qual com um intuito diferente, que juntas se tornaram o Math2Text (Figura 1).

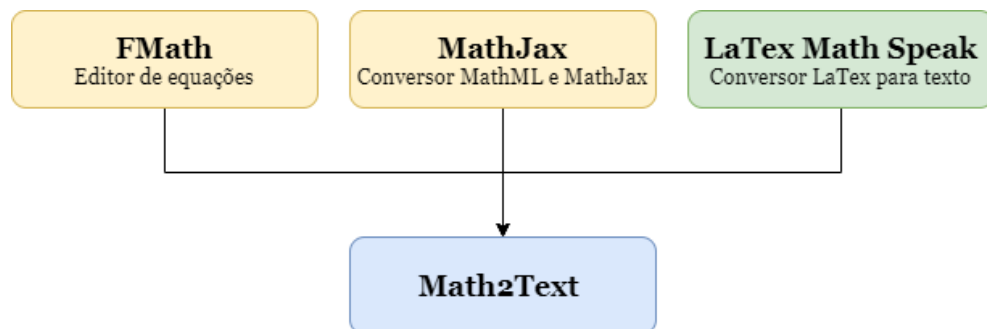


Figura 1 – Ferramentas utilizadas

A ferramenta FMath (Ionel Alexandru, 2010) é distribuída sobre a licença de software livre Apache 2.0, e possui um editor de equações desenvolvido em diferentes linguagens de programação, compatível com diversas plataformas. A versão utilizada neste trabalho foi o FMath baseado em Javascript, uma linguagem de programação amplamente utilizada na web, logo, compatível com o produto deste trabalho.

O objetivo principal da FMath é proporcionar ao usuário uma ferramenta visual bastante intuitiva, para que seja possível formular equações, das mais simples até as mais complexas. Além disso, o FMath permite converter a equação produzida para diferentes formatos, tal como LaTeX e PNG, o que é essencial para o funcionamento do produto desenvolvido.

O MathJax (MathJax, 2011), como citado anteriormente, trata-se de um conjunto de códigos que facilitam o uso de equações matemáticas em sistemas para internet. Também é produzido em Javascript, permitindo a interoperabilidade com as demais ferramentas utilizadas, além de possuir suporte a grande maioria dos navegadores e distribuída com licença de software livre Apache 2.0.

A ferramenta possui suporte nativo à diferentes ferramentas de acessibilidade, permitindo que sua abrangência seja ampliada através da utilização e desenvolvimento de plugins elaborados por diferentes pessoas, permitindo mais funcionalidades à ferramenta principal.

No produto desenvolvido, o MathJax é responsável pela geração das saídas em formato MathML e MathJax.

A ferramenta *LaTeX Math Speak* foi desenvolvida pelos autores a fim de realizar a junção e adaptação das demais ferramentas existentes, já citadas, com o objetivo da pesquisa.

Foi desenvolvida com a linguagem e programação PHP, na qual possui como entrada uma equação em formato LaTeX, originada da ferramenta FMath, e então transformada

em uma equação em formato texto acessível com duas diferentes opções, simples e detalhada.

A forma detalhada denomina-se “Formato Texto Completo” e a forma simples denomina-se “Formato Texto Resumido”, ambas transcrevem a equação com mais ou menos detalhes, contudo, nenhuma delas deve gerar ambiguidade em sua interpretação por parte do usuário que a escuta. A figura 2 exemplifica uma equação apresentada em ambos os formatos produzidos pela ferramenta.

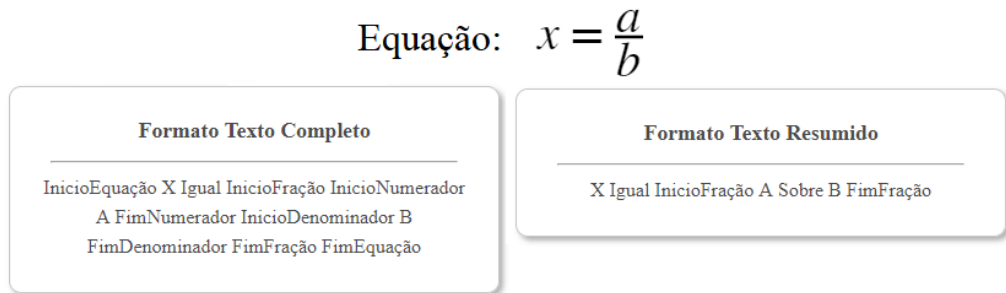


Figura 2 – Exemplo comparativo das saídas da ferramenta em formato Equação para Texto.

No exemplo, apresentado na Figura 2, o formato “texto completo” considera todos os termos da equação, delimitando o início e fim de todos, início e fim de equação, fração, numerador, denominador, já a forma “texto resumido” delimita apenas o início e fim do elemento fração.

4. Prototipação do Math2Text

A próxima etapa da metodologia DCU foi a prototipação, O Math2Text, como citado, originou-se da junção de diferentes softwares, proporcionando uma aplicação voltada para web automatizada, na qual o usuário deve produzir sua equação em um editor online e então a transformar, gerando saídas em diferentes formatos, na sequência serão apresentadas as interfaces do produto desenvolvido.

Destaca-se que no desenvolvimento da interface do protótipo, foram considerados os princípios de usabilidade de Nielsen (1993), buscando simplicidade, assim o produto possui duas telas, a principal, na qual o usuário produz a equação por meio do editor gráfico e a tela de resultados, que retorna ao usuário a equação em diversos formatos de saída, incluindo o modo texto acessível.

4.1. Interfaces do Produto

A tela inicial do produto (Figura 3), possui um bloco com o editor gráfico de equações FMmath, pela qual o usuário, por meio de menus, pode desenvolver diversos tipos de

equações matemáticas, além do botão “Transformar” que, ao ser pressionado, gera a produção de saídas ao sistema em uma nova tela.

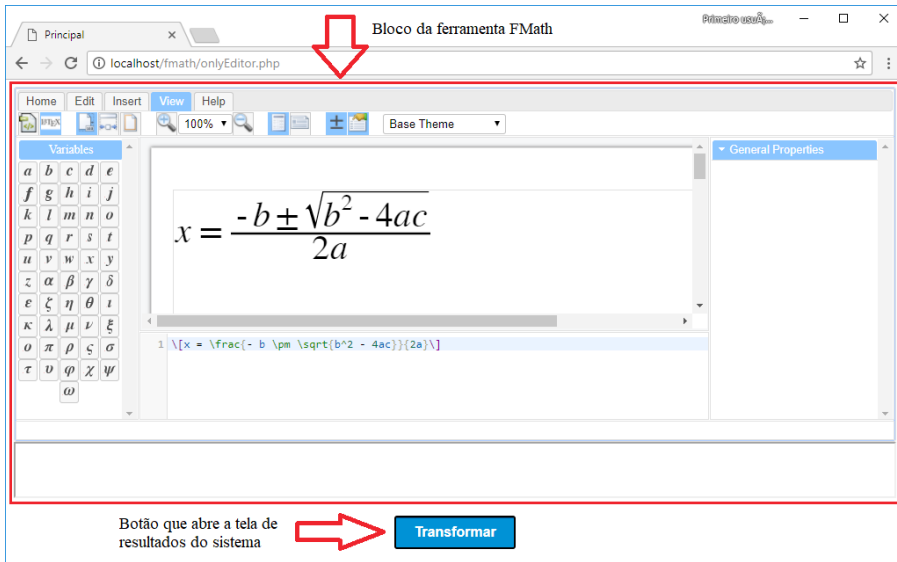


Figura 3 – Tela Principal do Math2Text.

Nesta tela (Figura 3), no desenvolvimento da interface, buscou-se um design padronizado, dividindo as ações semelhantes em cada aba e exibindo todas as informações de escolha do usuário como números, variáveis, sinais, operações, etc., em botões padronizados e com ícones que representam a ação do botão. Tais fatores buscam proporcionar ao usuário uma melhor compreensão das ações e a padronização dos componentes na tela. Assim, o design da ferramenta pretende cumprir os fatores da intuitividade e memorização, presentes na usabilidade de software (Nielsen 1993).

O botão “Transformar” foi inserido em tamanho ampliado e com cores diferenciadas, com um texto sugestivo, localizado na área central da tela, abaixo do bloco do Editor de Equações, o que indica ao usuário um componente externo de controle, que, a partir da ação de clicar no botão “Transformar” os resultados são apresentados em uma nova interface,

Os resultados são apresentados na Tela de resultados (Figura 3), a qual tem por função exibir todas as saídas produzidas pelo sistema de maneira objetiva e organizada, buscando cumprir os critérios da facilidade de memorização e intuitividade no quesito da usabilidade de software (Nielsen 1993).

A tela divide as informações em blocos de um mesmo padrão, identificando qual saída está presente em cada bloco, proporcionando ao usuário a possibilidade em compreender quais saídas foram geradas e a de utilizar-se dos resultados da forma que necessitar.

A fim de demonstrar as possibilidades a partir do produto desenvolvido, na figura 4, será apresentado um resultado obtido a partir da fórmula de Bhaskara, uma fórmula que possui diversos componentes e símbolos matemáticos.

The screenshot displays a web browser window with the URL `localhost/fmath/converts.php`. It contains five panels, each showing a different output format for the quadratic formula $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$:

- a Formato Texto Completo:** A list of labels identifying parts of the formula: InícioEquação, X Igual, InícioFração, InícioNumerador, Menos B Mais ou Menos, InícioRaizQuadrada, B Elevado a, InícioÍndicePotencia, dois, FimÍndicePotencia, Menos quatro A C, FimRaizQuadrada, FimNumerador, InícioDenominador, dois A, FimDenominador, FimFração, FimEquação.
- b Formato Texto Resumido:** A shorter list of labels: X Igual, InícioFração, Menos B Mais ou Menos, InícioRaizQuadrada, B Elevado a, Potencia de dois, FimPotencia, Menos quatro A C, FimRaizQuadrada, Sobre dois A, FimFração.
- c Formato PNG:** The formula rendered as a transparent PNG image.
- d Formato MathJax:** The formula rendered using MathJax syntax:
$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$
- e Formato MathML:** The formula rendered as MathML code:

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML" display="block">
  <mi>x</mi>
  <mo>= </mo>
```

Figura 4 – Exemplo de Saída no Math2Text - Equação 1

Nesta tela (Figura 4), observa-se quatro diferentes formatos de saída para a equação, sendo eles:

1. Texto (a, b): Saída da equação em formato de texto completo(a) e resumido(b), realizando a demarcação dos elementos da equação, objetivando uma interpretação não ambígua e utilização através de leitores de tela.
2. PNG (c): Saída em formato de imagem com fundo transparente, comumente utilizada na produção de diferentes mídias (livros, e-books, sites, etc)
3. MathJax (d): Saída em formato MathJax, que permite utilização em aplicações online através de um interpretador integrado nos principais navegadores.
4. MathML (e): Saída em linguagem de marcação MathML para web, formato recomendado e mantido pela W3C, organização que padroniza a web.

Para exemplificar, na figura 5, é apresentado um novo exemplo de saída a partir de uma equação diferente.

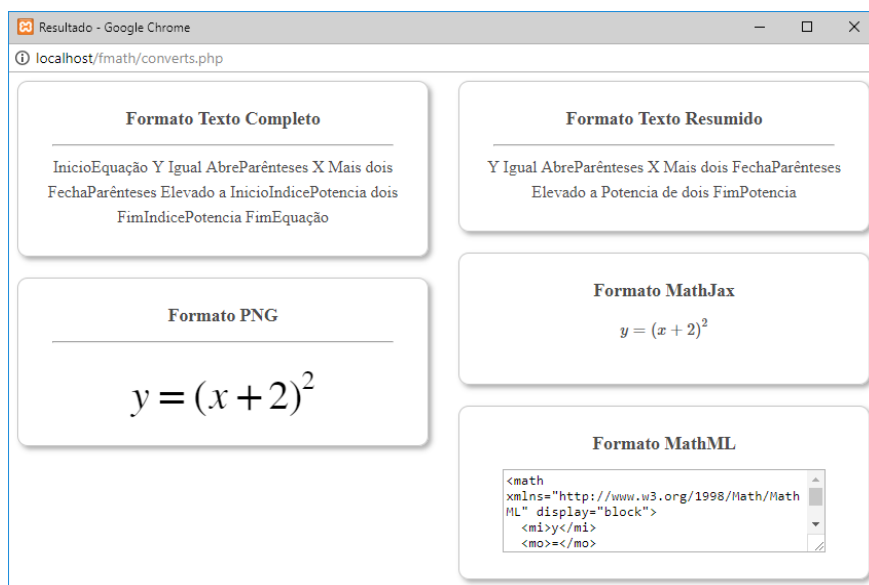


Figura 5 – Exemplo de Saída no Math2Text - Equação 2

A partir dos resultados apresentados, destaca-se a saída da equação em formato de texto acessível, objetivo principal da pesquisa, a qual possibilita, a partir de sua inserção em materiais didáticos desenvolvidos em diferentes mídias, aos usuários com baixa ou nenhuma visão, compreender a equação por meio da leitura (auditiva) através de leitores de tela, de forma bem estruturada e sem ambiguidade, conseguindo assim formulá-la corretamente.

Como citado, a saída textual possui dois retornos, sendo o formato “completo” que possui a equação explicada de uma forma detalhada e com todas as informações estruturais possíveis, e o formato “resumido” que detalha a equação de forma mais simples, sendo o primeiro mais recomendado para equações complexas e o segundo para equações simplificadas.

5. Teste do Math2Text

A próxima etapa da metodologia DCU foi o teste, o protótipo desenvolvido foi testado e avaliado com o envolvimento dos usuários, para avaliação do Math2Text. Realizou-se um teste com um professor de matemática e grupo de cinco deficientes visuais com ensino médio completo e que utilizaram o leitor de tela NVDA para leitura no sistema operacional Windows, com o objetivo de verificar se a ferramenta funcionaria em um ambiente real.

O professor elaborou uma lista de 5 equações simples através do Math2Text, são elas: $1+1$, $4-2$, 10×10 , $10/5$ e $\sqrt{4}$ devendo o grupo de alunos ler através do leitor de tela e

responder oralmente. As equações foram apresentadas ao grupo de deficientes visuais em dois momentos através do navegador.

No primeiro momento, apresentação sem a descrição textual, apenas em formato MathML e com o leitor de tela ativo, os estudantes não conseguiram identificar nenhuma das equações, então no segundo momento apresentou-se as mesmas equações com as descrições textuais obtidas a partir do Math2Text e solicitou que tentassem ler novamente e então respondessem oralmente. Todos os estudantes conseguiram identificar as equações e responder corretamente o resultado das operações.

Após o teste, os estudantes apresentaram feedbacks positivos, registrados por meio das observações e vídeo, sugeriram uma maior abrangência e a disseminação do software desenvolvido, o qual, na visão deles, seria de muita importância para a comunidade com deficiência visual. O professor destacou que o processo de desenvolvimento das equações através do Math2Text é fácil, porém trabalhoso, sugere que se busque mais automatização no processo, tal como também discutido nos trabalhos de Bier & Sroczyński (2019) e Spinczyk et al. (2019).

Essa primeira versão do Math2Text vem ao encontro que expressões matemáticas na internet ou em outras mídias digitais, muitas vezes são encontradas em formatos não acessíveis, como imagens (png, jpeg), que somente podem ser lidas por softwares leitores de tela caso sejam descritas como texto alternativo, o que normalmente necessita de conhecimentos específicos de programação, além de ser oneroso descrever textualmente cada uma das equações de forma manual, assim o protótipo desenvolvido neste trabalho tinha o objetivo de automatizar esse processo de descrever textualmente.

O teste objetivava verificar o funcionamento do Math2Text, como parte do processo DCU utilizado, após o teste o processo volta ao início, de forma cíclica, permitindo seu refinamento em novas versões.

6. Considerações finais sobre o Math2Text

O desenvolvimento do Math2Text teve por foco principal a conversão de equações produzidas em plataforma gráfica para equações textuais acessíveis, objetivo que foi em grande parte conquistado, porém, como todo projeto em desenvolvimento, não é possível definir a abrangência total da ferramenta, pois seus resultados dependem da complexidade das equações nela produzidas e de sua própria atualização por parte do desenvolvedor.

O sistema se mostrou bastante eficiente, contudo necessita de mais testes e refinamentos, pretende-se realizar automatização do processo facilitando o desenvolvimento de materiais por parte do professor, bem como novos testes com expressões mais complexas serão desenvolvidos, tanto com outro grupo de alunos, quanto com professores, a fim de conscientizá-los e capacitá-los na utilização dessas ferramentas e em uma atitude inclusiva na sala de aula.

O Math2Text no formato em que se encontra poderia estar disponibilizado, porém ainda serão realizados mais testes e algumas adaptações, sendo em breve disponibilizado através do site do grupo de pesquisa de forma gratuita e seu código fonte será disponibilizado

na internet abertamente, permitindo que qualquer usuário possa utilizá-lo e alterá-lo conforme sua necessidade, sem nenhum tipo de custo.

7. Conclusão

A partir do exposto neste trabalho com o levantamento dos principais aspectos do produto desenvolvido, tais como a característica de software livre, aplicação voltada para web, diferentes padrões de saída, acessibilidade, considera-se que o mesmo possibilita um grande auxílio para usuários que necessitam de ferramentas acessíveis e atingiu-se o objetivo proposto no trabalho.

O produto será disponibilizado com código aberto em repositório de software, a fim de permitir a comunidade ajudar em sua melhoria e desenvolvimento colaborativo, beneficiando-se por meio de auxílios externos de usuários que compreendem o problema e querem fazer parte de sua solução.

A próxima etapa da pesquisa objetiva automatizar o processo, permitindo que qualquer equação elaborada em MathML possa ser lida corretamente pelo leitor de tela, não necessitando uma conversão e elaboração de material específico com os textos acessíveis obtidos a partir da saída do produto.

Destaca-se que ainda há muito trabalho a ser realizado na área de inclusão, porém iniciativas como as apresentadas neste trabalho, alinhando tecnologia e acessibilidade, impactam na vida de todos, proporcionando meios para professores elaborarem materiais didáticos acessíveis, bem como a possibilidade de uma correta interpretação de equações matemáticas, de forma autônoma, pelo deficiente visual. Assim, o desenvolvimento da pesquisa cria um caminho a ser percorrido por trabalhos futuros e traça um horizonte com grandes expectativas.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil.

Referências

- Anderson, N. S., Norman, D. A., & Draper, S. W. (1988). User Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction. *The American Journal of Psychology*, 101(1), 148. DOI: <https://doi.org/10.2307/1422802>.
- Alexandru, I. (2010). Fmath (Software). Recuperado em 09 outubro 2017 de: <http://www.fmath.info>
- Augusto, J., Ottaiano, A., Pereira De Ávila, M., Caixeta, C., Alexandre, U., & Taleb, C. (2019). *As Condições de Saúde Ocular no Brasil 2019*. 1. ed. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2019. Recuperado em 21 fevereiro 2020 de: http://www.cbo.com.br/novo/publicacoes/condicoes_saude_ocular_brasil2019.pdf
- Bersch, R. (2017). *Introdução à Tecnologia Assistiva*. Recuperado em 20 novembro 2019 de: <http://www.assistiva.com.br>

- Bier, A., & Sroczynski, Z. (2019). Rule based intelligent system verbalizing mathematical notation. *Multimedia Tools and Applications*, 78(19), 28089–28110. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11042-019-07889-3>.
- Bier, A., & Sroczynski, Z. (2015). Adaptive math-To-speech interface. In *ACM International Conference Proceeding Series*, 29-30-Jun-2015, 1–9. DOI: <https://doi.org/10.1145/2814464.2814471>.
- Billingsley, A. (2007). DragMath (Software). Recuperado em 20 novembro 2017 de: <https://sourceforge.net/projects/dragmath>
- Bonilla, M. H. S., Silva, M. C. C. C. da, & Machado, T. A. (2018). Tecnologias digitais e deficiência visual: a contribuição das TIC para a prática pedagógica no contexto da Lei Brasileira de Inclusão. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 6(12), 412. DOI: 10.33361/rpq.2018.v.6.n.12.236.
- BRASIL. Ministério da Educação. (2006). *Código matemático unificado para a língua portuguesa*.
- Caputo, M., Cheng, J., Duffield, C., Putnam, C., Wozniak, K., & Zefeldt, M. (2012). How Do Professionals Who Create Computing Technologies Consider Accessibility?. *New York: ACM*. DOI: 10.1145/2384916.2384932
- Caky, P., Boron, J., Klimo, M., & Bachratá, K. (2009). *Mathematical formulas in text to speech system*, 11, 49–53.
- Cercone, N. & Naruedomkui, K. & Wongkia, W. (2012). i-Math: Automatic math reader for Thai blind and visually impaired students. *Computers & Mathematics with Applications*, 64(6). DOI: 10.1016/j.camwa.2012.04.009.
- Chakam, T. & Lee, Timothy. (2004). MathCast (Software). Recuperado em 20 novembro 2017 de: <http://mathcast.sourceforge.net>
- Correia, R. C., Miranda, T. G., & Santos, L. C. M. (2018). Tecnologias: Caminhos para a acessibilidade um relato de experiência. Trabalho apresentado em Anais do Congresso Brasileiro de Educação Especial. DOI: 10.17648/galoa-cbee-6-30167.
- Costa, A. P., Coelho, E. B., Tavares, L. C., & Freitas, F. (2015). Envolvimento dos Utilizadores na definição de Requisitos: O caso da plataforma WEBMAT. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, E4, 92–106. DOI: 10.17013/risti.e4.92-106.
- Cuartero-Olivera, J., Hunter, G., & Pérez-Navarro, A. (2012). Reading and writing mathematical notation in e-learning environments. *ELearn Center Research Paper Series*, 4, 11–20. Recuperado de: <http://elcrps.uoc.edu>
- de Lira, M. C. F., & Schindwein, L. M. (2008). A pessoa cega e a inclusão: Um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. *Cadernos CEDES*, 28(75), 171–190. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0101-32622008000200003>

- El-Glaly, Y. N., & Quek, F. (2014). Digital reading support for the blind by multimodal interaction. In *ICMI 2014 - Proceedings of the 2014 International Conference on Multimodal Interaction*, 439–446. DOI: 10.1145/2663204.2663266
- Ferreira, H., Ferreira, H., & Freitas, D. (2005). AudioMath: Towards Automatic Readings of Mathematical Expressions. In *Humancomputer Interaction International (HCII)*, Las Vegas. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.581.7685>
- Guy, C., Jurka, M., Stanek, S., & Fateman, R. (2004). Math Speak & Write, a Computer Program to Read and Hear Mathematical Input. <http://www.cs.queensu.ca/drl/fes/>
- Hermitech Laboratory. (n.d.). Formulator MathML Weaver (Software). Recuperado em 21 novembro 2017 de: <https://sourceforge.net/projects/formulator-math>
- InfoLogic. (1998.). MathMagic (Software). Recuperado em 21 novembro 2017 de: <http://www.mathmagic.com>
- ISO 9241-210. (2019). ISO 9241-210: 2019, Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. In International Organization for Standardization (p. 32). <https://www.iso.org/standard/77520.html>.
- MathJax (2011). MathJax (Software). Recuperado em 20 outubro 2017 de: <https://www.mathjax.org>
- MrBont. (2009). FireMath [Software]. Recuperado em 29 novembro 2017 de: <http://www.firemath.info>
- MyScript (1998). MyScript Nebo: The Best Way to Take Notes (Software). Recuperado em 24 novembro 2017 de: <https://www.myscript.com/nebo>
- Nazemi, A., Murray, I., & Mohammadi, N. (2012). Mathspeak: An audio method for presenting mathematical formulae to blind students. In International Conference on Human System Interaction, HSI, 48–52. DOI: <https://doi.org/10.1109/HSI.2012.17>.
- Nielsen, J. (1993). Usability Engineering. Boston, USA: Academic Press.
- Radabaugh, M. P. (1993). Study on the Financing of Assistive Technology Devices of Services for Individuals with Disabilities - A report to the president and the congress of the United State, National Council on Disability, Março 1993. Recuperado em 04 dez. 2017 de: <http://www.ccclivecaption.co>
- Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP). (2016). Mercado de TI sofre com falta de profissionais qualificados. Recuperado em 26 julho 2018 de: <https://www.rnp.br/destaques/mercado-ti-sofre-falta-profissionais-qualificados>
- Rocha, Á. & Angélico, M. (2015). Information Technology (IT) in Education. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, (16), ix-xii. DOI: 10.17013/risti.16.ix.xi

- Sá, E. D. (2005). Acessibilidade: as pessoas cegas no itinerário da cidadania. *Revista da Educação Especial/MEC*, 1(1), 13-18.
- Sebastian, M., Ckowski, M., Franciszek Brzoza, P., & Spinczyk, R. (2017). Tutoring math platform accessible for visually impaired people. DOI: 10.1016/j.combiomed.2017.06.003.
- Spinczyk, D., Maćkowski, M., Kempa, W., & Rojewska, K. (2019). Factors influencing the process of learning mathematics among visually impaired and blind people. *Computers in Biology and Medicine*, 104, 1–9. DOI: 10.1016/j.combiomed.2018.10.025.
- The Document Foundation (2011). LibreOffice Math (Software). Recuperado em 05 dezembro 2017 de: <https://www.libreoffice.org>
- Vigotski, L. S. (1997). Obras escogidas: fundamentos de defectologia. Madrid: Visor.
- W3C BRASIL. (2013). Cartilha de Acessibilidade na Web: W3C Brasil. <https://www.w3c.br/pub/Materiais/PublicacoesW3C/cartilha-w3cbr-acessibilidade-web-fasciculo-I.html>
- W3C Wiki. (2007). Math tools 2.1. 1–7. https://www.w3.org/wiki/Math_Tools
- Wiris. (1996). MathType (Software). Recuperado em 29 novembro 2017 de: <http://www.wiris.com>
- Word Wide Web Consortium. (1994). Math Tools. Recuperado em 4 de setembro 2017 de: https://www.w3.org/wiki/Math_Tools
- Wigmore, A., Hunter, G., Pflugel, E., & Denholm-Price, J. (2009). TalkMaths : A speech user interface for dictating mathematical expressions into electronic documents. In: *2nd ISCA Workshop of Speech and Language Technology in Education (SLaTE 2009)*; 3-5 Sept 2009, Wroxall, Warwickshire, U.K.
- Wongkia, W., Naruedomkul, K., & Cercone, N. (2012). I-Math: Automatic math reader for Thai blind and visually impaired students. *Computers and Mathematics with Applications*, 64(6), 2128–2140. DOI: 10.1016/j.camwa.2012.04.009

MEC vs MCC: Análise do Desempenho de Aplicações Interativas e de Tempo Real

Micael Soares¹, Pedro Pinto^{2,3,5}, Jorge Mamede^{1,4,5}

1000167@isep.ipp.pt, pedropinto@estg.ipvc.pt, jbm@isep.ipp.pt

¹ Instituto Superior de Engenharia do Porto - Politécnico do Porto (ISEP-PP), Porto, Portugal

² Instituto Politécnico de Viana do Castelo (IPVC), Viana do Castelo, Portugal

³ Instituto Universitário da Maia (ISMAI), Maia, Portugal

⁴ GILT, Porto, Portugal

⁵ INESC-TEC, Porto, Portugal

DOI: 10.17013/risti.37.116-131

Resumo: A evolução das redes de telecomunicações tem promovido o desenvolvimento de novas aplicações para dispositivos móveis. Algumas destas aplicações exigem requisitos computacionais e energéticos que vão para além das capacidades dos dispositivos móveis. Neste contexto, pode ser utilizada a arquitetura *Mobile Cloud Computing* (MCC), que permite executar as aplicações em *datacenters* na *cloud* e aliviar o processamento nos dispositivos móveis. No entanto, algumas aplicações mais exigentes, e.g. interativas e de tempo real, são mais sensíveis ao atraso no processamento e comunicação da informação. Para estas aplicações, a arquitetura *Mobile Edge Computing* (MEC) pode ser utilizada como uma tecnologia intermédia que disponibiliza recursos computacionais e de armazenamento a partir da periferia da rede. Este artigo apresenta um estudo que avalia o desempenho das arquiteturas MCC e MEC na execução de duas aplicações tomadas como representativas do espectro das aplicações interativas, de tempo real e de processamento intensivo: o *Fluid* e o *FaceSwap*. São apresentados resultados que permitem quantificar o desempenho destas arquiteturas em diferentes circunstâncias.

Palavras-chave: Mobile, Cloud, Edge, Computing, Real-time, Interactive, Applications.

MEC vs MCC: Performance Analysis of Interactive and Real-time Applications

Abstract: Telecommunication networks evolution is driving the development of new applications for mobile devices. Some of these applications are resource-intensive and push computational and energy demands of mobile devices beyond the mobile hardware capabilities. In this context, Mobile Cloud Computing (MCC) architecture emerges as a solution for offloading mobile devices that allows to execute

these applications in cloud datacenters thus reducing the processing demand in mobile devices. However, more demanding applications, e.g. interactive and real-time applications, are sensitive to processing and communications delay. For these applications, Mobile Edge Computing (MEC) can be used as an intermediary technology, providing computing and storage resources in the network edge. This paper presents a study carried out to evaluate the performance of MEC and MCC architectures when executing two applications, Fluid and FaceSwap, representative of real time and computing intensive applications. A set of scenarios were designed to quantify the performance of these architectures in different settings.

Keywords: Mobile, Edge, Cloud, Computing.

1. Introdução

Na última década, o *Cloud Computing* surgiu como um novo paradigma da ciência da computação, que fornece um conjunto de recursos partilhados e com alta disponibilidade, onde se incluem serviços centralizados de processamento, armazenamento e gestão, entre outros (Armbrust et al., 2009)(Zhang et al., 2010)(Araújo & Cota, 2016). Estes serviços são disponibilizados aos utilizadores finais e podem ser utilizados por aplicações e dispositivos que geram informação e depois utilizam a *cloud* para armazenar e/ou processar esta informação. Conforme referido em (Fortes et al., 2016), os serviços de cloud computing têm grande potencial e os seus fornecedores poderão promover a sua adoção de modo a aumentar o reconhecimento e a notoriedade social destas soluções tecnológicas. O crescimento na adoção destes serviços permite responder ao previsível aumento dos dispositivos terminais dos utilizadores. Com paradigmas como a *Internet of Things* (IoT), prevê-se que a quantidade de dispositivos ligada a estes sistemas seja cada vez maior, assim como a quantidade de dados que exigem ser analisados, processados, transformados, armazenados e respondidos em tempo útil.

Em (Dinh et al., 2013) foi proposta a arquitetura *Mobile Cloud Computing* (MCC), que permite que os dados gerados pelos dispositivos móveis sejam transmitidos para a *cloud* com servidores centrais distribuídos geograficamente utilizados para armazenamento e processamento. Com esta arquitetura, à medida que a distância física entre os dispositivos móveis e os servidores aumenta, a latência de transmissão e o atraso de processamento também aumenta, o que pode comprometer a qualidade do serviço e experiência de utilização de algumas aplicações. Em (Qing et al., 2013) os autores propõem uma arquitectura, o CACTSE, para disponibilização de conteúdos a partir de *cloudlets* localizadas em servidores próximos dos equipamentos dos utilizadores e explorando a cooperação entre diversos terminais.

Para estas aplicações mais exigentes em termos de latência de comunicação e atraso de processamento, foi proposta uma arquitetura distribuída designada por *Mobile Edge Computing* (MEC) (Patel et al., 2014). Esta arquitetura é baseada na colocação de servidores na periferia da rede que fornece a capacidade computacional, analítica e de armazenamento, para que os dispositivos móveis tenham esforço computacional distribuído e menor latência e atraso.

Neste artigo apresenta-se uma análise comparativa do desempenho das arquiteturas MEC e MCC, na implementação de duas aplicações consideradas representativas

das aplicações interativas, com requisitos de tempo real e processamento intensivo. São definidos cenários de teste que permitem analisar a influência da latência das comunicações e da capacidade de processamento dos servidores remotos em ambas as arquiteturas, a fim de quantificar o seu desempenho em várias vertentes.

Os resultados obtidos mostram de que forma o MEC pode melhorar a interação do utilizador e a qualidade da experiência, uma vez que coloca o processamento e a computação intensiva em servidores na periferia da rede, mais próximos dos dispositivos móveis.

Este artigo está estruturado em 5 secções. A primeira secção apresenta uma introdução ao trabalho realizado. Na Secção 2 apresentam-se trabalhos de outros autores relacionados com estudo reportado neste artigo. A Secção 3 descreve o cenário e os casos de teste das aplicações seleccionadas. A Secção 4 apresenta os resultados obtidos e as respectivas análises. A secção 5 conclui este artigo.

2. Trabalho Relacionado

O *cloud computing* tem sido utilizado como forma de ultrapassar as limitações de processamento e de armazenamento dos sistemas computacionais na periferia da rede.

Em particular, a arquitetura MCC tem como objetivo dar resposta aos desafios de mobilidade dos equipamentos móveis e às suas limitações de recursos como o armazenamento, processamento e baterias (Beck et al., 2014). No que respeita ao tráfego que estes dispositivos móveis geram e comunicam, pela estimativa apresentada em (Blockstrand et al., 2011), até 2020 deverão existir 50 mil milhões de dispositivos inteligentes ligados à rede, com o volume de dados a crescer exponencialmente. De acordo com (Skarpness, 2017), em 2020 é esperada a geração de um tráfego de 1,5 GB de dados por pessoa por dia.

Porém, existem aplicações que, por um lado, produzem grandes quantidades de dados e necessitam de capacidade computacional, mas por outro, exigem interação com o utilizador e são sensíveis à latência e atraso. O potencial dos terminais tem estimulado o desenvolvimento de aplicações cada vez mais interativas, inteligentes e que exploram a mobilidade dos utilizadores tais como as aplicações de realidade aumentada, condução autónoma, ou de jogos em tempo real, que requerem uma conectividade permanente e com débitos de acesso elevados. Este tipo de aplicações pode não ser compatível com o MCC e, é neste cenário, que surgem as arquiteturas de Edge Computing (EC) (Verbelen et al., 2012) (Patel et al., 2014) (ETSI, 2014) (ETSI, 2015) (GSMA Intelligence, 2014) (Mao et al., 2017).

Nas arquiteturas de *Edge Computing (EC)* os servidores são colocados próximo da rede de acesso e dos utilizadores, e são dotados de recursos de processamento, armazenamento e de débito de acesso, que permitem executar as tarefas computacionais mais exigentes, retirando-as dos equipamentos terminais. Existem várias arquiteturas de implementação do EC como, por exemplo, o *Fog Computing (FC)*, as *Cloudlets* e o MEC (*Mobile Edge Computing*).

A arquitetura do FC foi introduzida pela Cisco em 2012 (Bonomi et al., 2012) e foi considerada uma extensão do paradigma da *cloud* que fornece serviços de computação,

armazenamento e rede entre equipamentos terminais e os tradicionais servidores da *cloud*. O *Open Fog Consortium* definiu uma arquitetura distribuída de três camadas (utilizadores finais, nós de neblina e *clouds* centralizadas) em que os elementos comunicam e interagem entre si. O objetivo principal é aproximar os dados do utilizador final (Shenoy et al., 2015), o que reduz a latência, melhora a QoS (Suryawanshi & Mandlik, 2015) e fornece suporte para localização, reconhecimento de contexto e suporte à mobilidade (Aazam & Huh, 2014). O *FC* permite recolher dados e analisar a informação num contexto local, enquanto na *cloud* se coordena e realiza as análises globais para avaliação e satisfação dos requisitos das aplicações. Como a arquitetura *FC* é heterogênea, os serviços podem ser instalados na periferia da rede em servidores em locais com débito elevado e acessíveis através de diferentes tecnologias sem fio (Bonomi et al., 2014).

A arquitetura *Cloudlet* foi desenvolvida por uma equipa da Universidade Carnegie Mellon (Satyanarayanan, 2009), que implementou um protótipo no âmbito do projeto Elijah (Elijah, 2009). Esta arquitetura assenta em três camadas compostas por dispositivos móveis, *cloudlets* e *cloud*. Nesta hierarquia, as *cloudlets* são a camada intermediária e consideradas como *datacenters* locais, que disponibilizam serviços de *cloud* localizados, e que proporcionam aos equipamentos dos utilizadores funcionalidades de alto desempenho computacional e de acesso mais rápido aos recursos da *cloud* (Klas, 2016) (Khan et al., 2014). As *cloudlets* são unidades servidoras projetadas para suportar aplicações de dispositivos móveis, executando as tarefas de computação intensiva de aplicações interativas, como, por exemplo, aplicações de tradução em tempo real (Achanta et al., 2012), aplicações de reconhecimento facial em tempo real (Soyata et al., 2012), aplicações de realidade aumentada (Abolfazli et al., 2013), jogos na *cloud* ou sistemas de assistência cognitiva. Nas *cloudlets*, as aplicações têm dois componentes principais, um que é executado no dispositivo móvel e outro na unidade servidora. Existem ainda outros trabalhos tal como (Koukoumidis et al., 2011) que propõem arquiteturas para cache dos serviços na *cloud* que são implementadas nos dispositivos móveis, utilizando uma *pocket cloudlet*.

Considerando as limitações computacionais e energéticas dos equipamentos terminais, a parte móvel da aplicação é a menos exigente em termos de recursos. Assim, é no servidor existente na *cloudlet* que se executam as tarefas da aplicação que necessitam de mais recursos computacionais e de armazenamento.

A filosofia da *cloudlet* foi seguida pelo *European Telecommunications Standard Institute (ETSI)*, que entretanto normalizou a arquitetura MEC (Satyanarayanan, 2013) (Ai et al., 2017). A arquitetura do MEC é baseada numa plataforma de virtualização que permite a execução de aplicações em servidores virtuais colocados na periferia da rede de acesso, ou seja, pretende reduzir o tráfego da rede movendo os recursos da *cloud* para periferia da rede (Shahzadi et al., 2017), explorando de uma forma eficaz uma infraestrutura de sistemas totalmente virtualizada (Simanta et al., 2012). Esta infraestrutura pode ser implementada em servidores virtualizados colocados em locais diferentes, como pontos de acesso sem fio (*AP - Access Points*), em controladores de rede de rádio (*RNC*) ou estações base LTE (eNodeB) das diversas tecnologias de acesso de rádio (*WLAN/3G/LTE*, respetivamente). Esta arquitetura surge como relevante no contexto das tecnologias mais recentes de telecomunicações como o 5G e permite explorar a escala no

contexto do IoT, da Internet Tátil ou da Internet de Mim. Para serviços virtualizados, a MEC traz vantagens como a redução de custos de implementação e a normalização dos procedimentos de gestão e orquestração.

3. Configuração dos Cenários de Teste

Para simular as condições de periferia de rede, foi configurado um cenário onde se implementou um servidor numa *cloudlet* instalada numa rede local. Optou-se pelas *cloudlet* uma vez que, na altura dos testes, se tratava da implementação mais avançada e mais estável em termos de desenvolvimento, e aquela que mais se aproximava do modelo idealizado pela ETSI. Para reproduzir o serviço da *cloud*, foi instalado um servidor numa plataforma AWS. O terminal do utilizador interliga-se por wi-fi com a infraestrutura de rede local e é através desta que acede a uma infraestrutura cablada de acesso à *cloud*.

Duas aplicações foram escolhidas que se assumem como sendo aplicações com fortes requisitos de computação e interação em tempo real. A primeira aplicação é o *Fluid*, uma aplicação de teste utilizada em computação gráfica interativa. A segunda aplicação é o *FaceSwap*, uma aplicação em tempo real de reconhecimento facial e troca de imagens. Foram realizados dois conjuntos de testes: um para comparar o efeito da latência dos cenários de *cloudlet* e de *cloud* no funcionamento das aplicações consideradas, e um outro para avaliar até que ponto poderá um aumento da capacidade de processamento no servidor da *cloud* minimizar o efeito da latência no funcionamento das aplicações testadas.

A Figura 1 apresenta a arquitetura de teste utilizada para avaliar o desempenho global das soluções *cloudlet* e *cloud*.

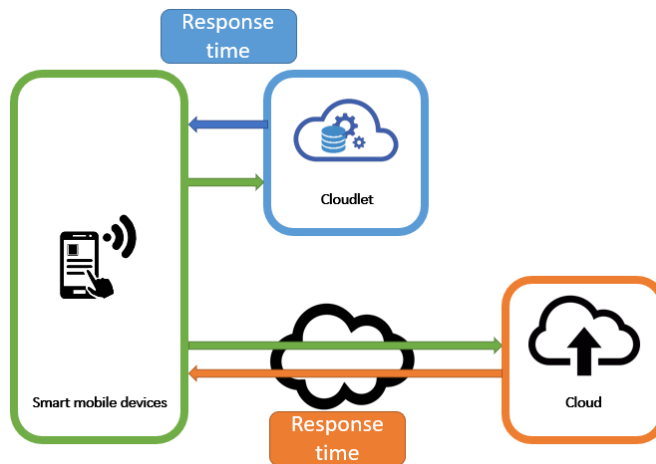


Figura 1 – Bancada de teste

A Tabela 1 resume as principais características dos sistemas utilizados para implementação da *cloudlet* e da *cloud* e do *smartphone* utilizados nos testes. Os dispositivos móveis foram ligados à mesma rede segundo a norma IEEE 802.11n.

Equipamento	Características
<i>Cloudlet</i> <i>Satellite L755-1DR</i>	Intel® Core™ i7 -2670 QM 2.20 GHz, 8 VCPUs 8 GB RAM, 30 GB Virtual Disk, 100 Mbps Ethernet
<i>Cloud</i> <i>Amazon AWS-West</i>	Intel+ R® Xeon E5-2680 v2 2.80 GHz, 32 VCPUs 32 GB RAM, 60 GB Virtual Disk, Amazon Enhanced Network
<i>Mobile Device</i> <i>Samsung S8</i>	Exynos 8895 2.3 GHz Quad + 1.7 GHz Quad 4 GB RAM, 64 GB Flash, 802.11a/b/g/n, WiFi

Tabela 1 – Configuração de Hardware

Para uma análise dos tempos de resposta conseguidos em cada cenário, os testes foram realizados com os servidores instalados em diferentes instâncias de máquinas virtuais na *cloudlet* e na *cloud*, conforme apresentado na Tabela 2.

Estes cenários permitiram a análise da influência do número de núcleos no desempenho da aplicação *Fluid*. Foram lançadas instâncias com 2 e 4 núcleos de CPU, na *cloudlet* e na *cloud*, e foi avaliado o desempenho em ambas as tecnologias. Para o efeito utilizaram-se diferentes instâncias de máquinas virtuais (*Virtual Machines* - VMs) na *cloudlet* e na *cloud*, tendo em conta que os servidores recomendados para a aplicação *FaceSwap* deveriam ter 4 núcleos e 8 GB de RAM (Wang, 2016). Foi considerada a variação do número de núcleos da CPU para permitir avaliar a influência da capacidade de processamento no tempo de resposta das aplicações. As instâncias foram iniciadas com 2, 4, 6 e 7 núcleos na *cloudlet* e com 1, 2, 4, 8, 16 e 32 núcleos na *cloud*. A mesma simulação foi realizada e os dados foram coletados para avaliar o desempenho as duas aplicações.

N.º vCPU/Instância	Cloudlet	Cloud
1 core	1 CPU - 2 GB RAM	1 CPU - 4 GB RAM
2 cores	2 CPU - 4 GB RAM	2 CPU - 8 GB RAM
4 cores	4 CPU - 6 GB RAM	4 CPU - 16 GB RAM
6 cores	6 CPU - 5 GB RAM	
7 cores	7 CPU - 6 GB RAM	
8 cores		8 CPU - 32 GB RAM
16 cores		16 CPU - 64 GB RAM
32 cores		32 CPU - 132 GB RAM

Tabela 2 – Configuração das instâncias

3.1. Fluid

Fluid é uma aplicação utilizada em demonstrações interativas de computação gráfica e um exemplo representativo de jogos em tempo real. É uma implementação simples de uma simulação de um fluido líquido, utilizando o método de Hidrodinâmica de Partículas Suavizadas (*Smoothed-Particle Hydrodynamics* - SPH) (Solenthaler & Pajarola, 2009). O modelo SPH é um método lagrangiano usado para modelar o fluxo

de um fluido, tratando cada partícula como um elemento discreto desse fluido. O *Fluid* transforma o ecrã do *smartphone* num recipiente onde as partículas se deslocam através dos movimentos provocados no dispositivo. O *Fluid* é dividido numa aplicação cliente executada no terminal móvel de um utilizador, e num servidor que executa a simulação dinâmica de cada uma das partículas do líquido.

A Figura 2 mostra as partículas a oscilar entre os lados do ecrã do *smartphone* com velocidade e direção diferentes devido à interação e movimentos do utilizador. Os dados do acelerómetro do *smartphone* são enviados para um mecanismo gráfico no servidor. Do lado do servidor, a aplicação executa um simulador físico baseado na hidrodinâmica de cada uma das partículas. O resultado da simulação é processado periodicamente e dá a ilusão de um líquido a oscilar dentro do ecrã do terminal móvel.

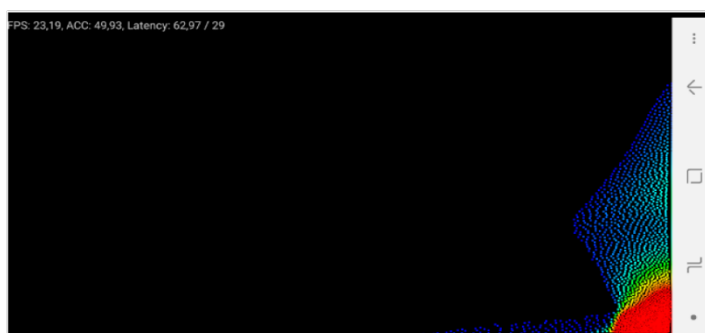


Figura 2 – Aplicação *Fluid*

Nesse cenário, o simulador executa o cálculo da trajetória de 2218 partículas com intervalos de tempo de 20ms, gerando até 50 Frames Por Segundo (FPS). A avaliação de desempenho mede o tempo de resposta do sistema utilizando as soluções de *cloudlet* e de *cloud*. Em ambos os casos, a medição começa quando o dispositivo envia os dados do sensor para o servidor e termina quando o servidor envia de volta a previsão estimada e essa é recebida no terminal. O ciclo de teste mede o tempo de resposta de várias iterações realizadas por um utilizador durante 5 minutos de interação, gerando 300 amostras. A experiência compara também os valores da taxa de FPS.

3.2. FaceSwap

O *FaceSwap* é uma aplicação Android que troca o rosto das pessoas em tempo real. O servidor do *FaceSwap* é composto por três camadas com base no rastreamento, deteção e reconhecimento de faces, conforme apresentado na Figura 3.

A aplicação cliente está constantemente a transmitir para o servidor imagens dos rostos no formato JPEG, com a dimensão 640x480. Do lado do servidor, se o reconhecimento do rosto for positivo, são enviadas caixas com as imagens dos rostos de substituição. A aplicação de reconhecimento de rosto detecta rostos nas imagens recebidas e tenta identificar o rosto a partir de uma base de dados pré-preenchida. As experiências realizadas consideram apenas a parte de reconhecimento num sistema

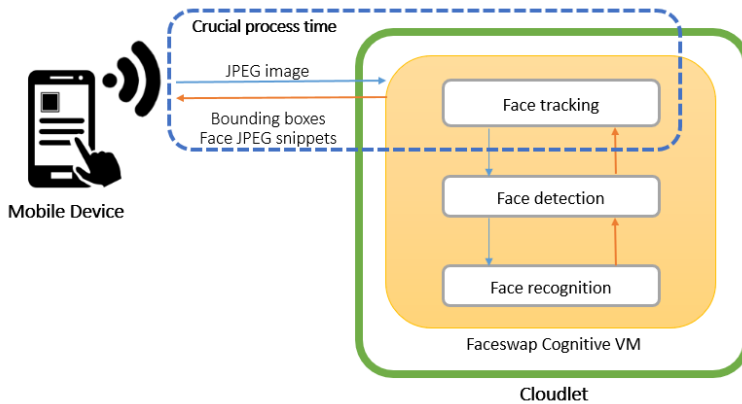


Figura 3 – Framework da aplicação cliente-servidor FaceSwap

treinado, possibilitando atingir tempos de resposta aceitáveis. Assim sendo, o treino dos classificadores e a população da base de dados são trabalhos feitos *offline*. Se as faces detectadas corresponderem às faces presentes na base de dados, uma resposta de comunicação bem-sucedida será enviada para permitir a troca das faces, conforme ilustrado na Figura 4.

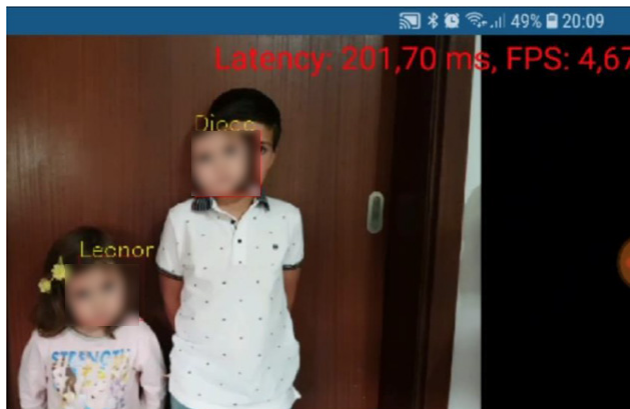


Figura 4 – Aplicação FaceSwap

Esta aplicação foi concebida para efetuar a troca de rostos de forma eficaz, pelo que um servidor FaceSwap deve ter pelo menos 4 núcleos e 8GB de RAM. Os testes do FaceSwap mostraram que a procura do rosto é executada em cerca de 15ms, sendo possível coletar dados a taxas elevadas de transferência de frames de imagens; e assim, obter uma resposta em tempo real. Por outro lado, como a deteção e o reconhecimento dos rostos demoram mais tempo, essas tarefas são efetuadas previamente (*offline*), permitindo que o objetivo principal ainda seja atingível. Quando os resultados ficam disponíveis, novas procuras podem ser iniciadas.

A avaliação de desempenho mede o tempo de resposta do sistema utilizando a *cloudlet* em comparação com a *cloud*, isto é, a diferença de tempo que demora a troca entre a face substituída e a face original. O ciclo de teste possibilita a medição do tempo de resposta e da taxa de frames até chegar às 100 interações. No final de cada ciclo, foram registados os valores da latência e da taxa de FPS. O tempo de resposta determina a qualidade dos gráficos e deveria apresentar valores máximos de 200ms de forma a permitir usufruir de uma aplicação fluida; sendo que, quanto maior for, pior a experiência do utilizador.

4. Resultados e Análise

Das experiências realizadas foram obtidos e analisados os resultados. Dentre as plataformas AWS testadas (EC2-Europe, EC2-Asia, EC2-West e EC2-East) escolhida foi o EC2-West (situada em Oregon), uma vez que esta apresenta um tempo médio de ida e volta (*Round Trip Time - RTT*) de 101,5ms e disponibilizou as condições necessárias para a realização dos diferentes testes num contexto académico. A largura de banda média testada foi de 68Mbps. As experiências avaliam a latência e a qualidade do utilizador implementando ciclos de interação que registam diferentes fenómenos que podem ocorrer em condições reais, como limitações de largura de banda, saturação de Wi-Fi e congestionamento, instabilidade de encaminhamento, falha do fornecedor de serviços. Esses ciclos permitem a apresentação e comparação dos resultados com um intervalo confiável sendo que estes resultados são apresentados utilizando a Função de Distribuição Cumulativa (*Cumulative Distribution Function - CDF*).

4.1. Análise aos Resultados do Fluid

A Figura 5 e a Figura 6 apresentam os resultados dos testes realizados à aplicação *Fluid* na *cloudlet* e na *cloud*. Um movimento fluido das partículas é obtido se a latência apresentar um valor máximo abaixo de 100ms. Se for superior, o movimento pode parecer mais lento, deteriorando a experiência do utilizador (Ha et al., 2013). Os valores obtidos no cenário da *cloudlet* são melhores, pois os valores medianos do tempo de resposta são de 32 a 34ms, comparativamente com os valores de 124ms a 145ms para a *cloud*, como ilustra a Figura 5.

Na Figura 6 pode verificar-se que a taxa de frames apresenta valores medianos de 44-47 FPS para a *cloudlet* e 18-22 FPS para a *cloud*. Como o servidor continua a gerar até 50 FPS e altera apenas os estados da simulação de acordo com os dados recebidos do acelerómetro, o cenário da *cloudlet* permite uma taxa de FPS duas vezes maior que a *cloud*. Os recursos obtidos permitem constatar que o uso da *cloudlet* pode ter um grande impacto reduzindo o tempo de resposta e aumentando substancialmente a qualidade da experiência do utilizador.

A análise de desempenho com o aumento dos recursos de CPU foi também considerada, através da execução de instâncias de VMs com maior capacidade de processamento (maior número de núcleos) e RAM. No entanto, verificamos que para o caso da aplicação *Fluid* não há uma diminuição significativa nos tempos de resposta, com 1 vCPU, 2 vCPUs ou 4 vCPUs. Para instâncias de VM na *cloudlet* com 1 vCPU e 4 vCPUs, verificamos que

o tempo de resposta reduz cerca de 6% e aumenta da taxa de FPS em 4%. Os valores obtidos na *cloudlet* cumprem com êxito os requisitos da aplicação.

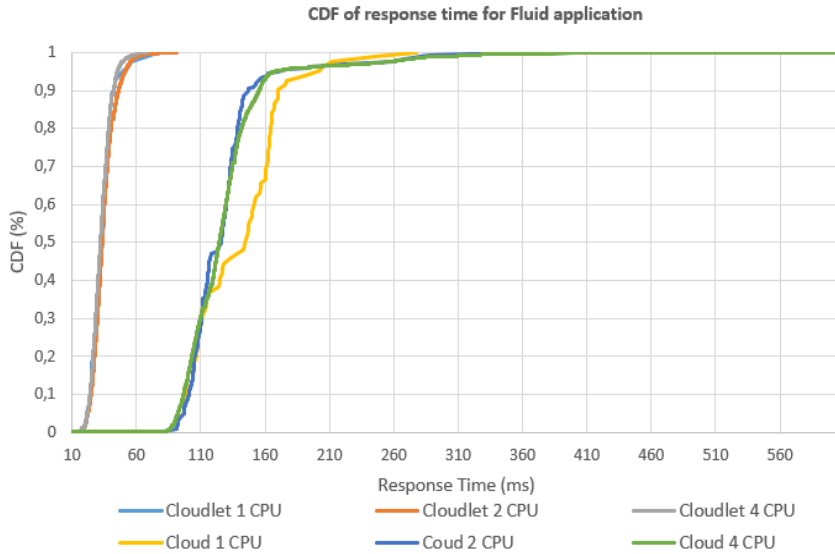


Figura 5 – Comparação dos tempos de resposta - *Fluid*

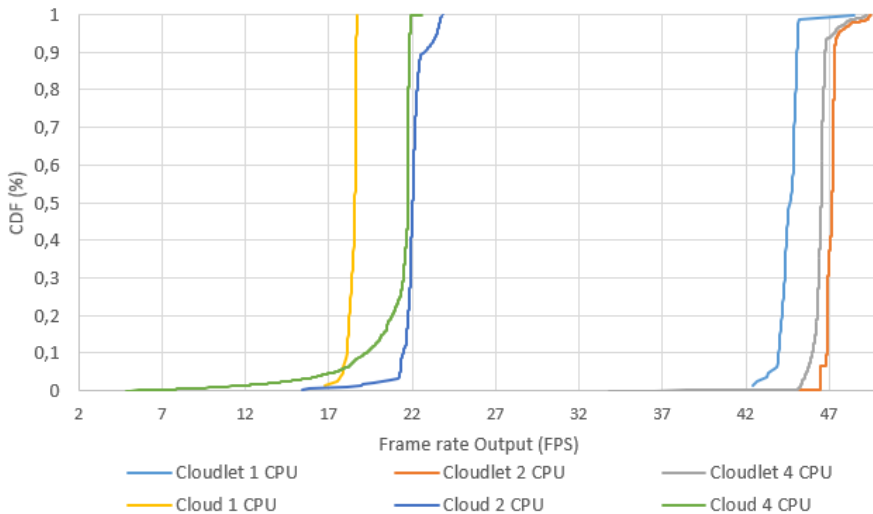


Figura 6 – Comparação das taxas de FPS - *Fluid*

4.2. Análise aos Resultados do FaceSwap

Os testes realizados com o *FaceSwap* permitiram avaliar diretamente os valores do tempo de resposta e da taxa de FPS na *cloudlet* e na *cloud* (AWS EC2-Oregon) com instâncias de VMs com características aproximadas. Por um lado, a plataforma AWS apenas possibilita a utilização de instâncias com valores fixos de processamento (vCPU) e RAM. Por outro lado, as instâncias iniciadas na *cloudlet* apresentam limitações próprias do hardware utilizado. Portanto, não foi possível iniciar instâncias exatamente com a mesma capacidade de processamento (núcleos CPU) e de memória RAM. A experiência analisa também a melhoria do desempenho com o aumento da capacidade de processamento das instâncias da VM.

O processo inicia-se com o lançamento das instâncias da VM do servidor *FaceSwap*. Depois disso, é iniciada a aplicação cliente *FaceSwap* no *smartphone* e selecionado o servidor da *cloudlet*. Note-se que os testes realizados pressupõem que em instâncias anteriores da *cloudlet*, foi executado o treino prévio da aplicação de reconhecimento de rostos e desse modo preenchida uma base de dados com os rostos. A seguir, é selecionada a funcionalidade de troca de rostos, rostos que são listados na base de dados previamente treinados e armazenados.

Na Figura 7 são apresentados os valores dos tempos de resposta da aplicação *FaceSwap* quando executada nos servidores da *cloudlet* e da *cloud*. Os valores obtidos permitem constatar que a performance no cenário *cloudlet* é consideravelmente superior, pois os valores medianos do tempo de resposta do *cloudlet* estão em torno de 38 a 43ms e, para o *cloud*, os valores medianos estão entre os 205ms e os 618ms. Para instâncias de VM com características semelhantes de processamento (2 e 4 CPU), os valores dos tempos de resposta da *cloudlet* são quase 5 vezes inferiores aos valores medidos na *cloud* (AWS EC2 Oregon).

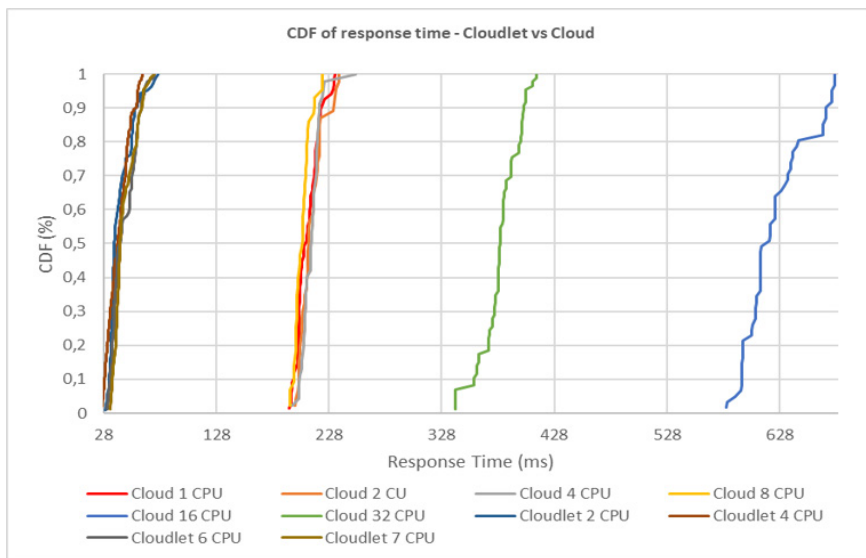


Figura 7 – Comparação dos tempos de resposta - *FaceSwap*

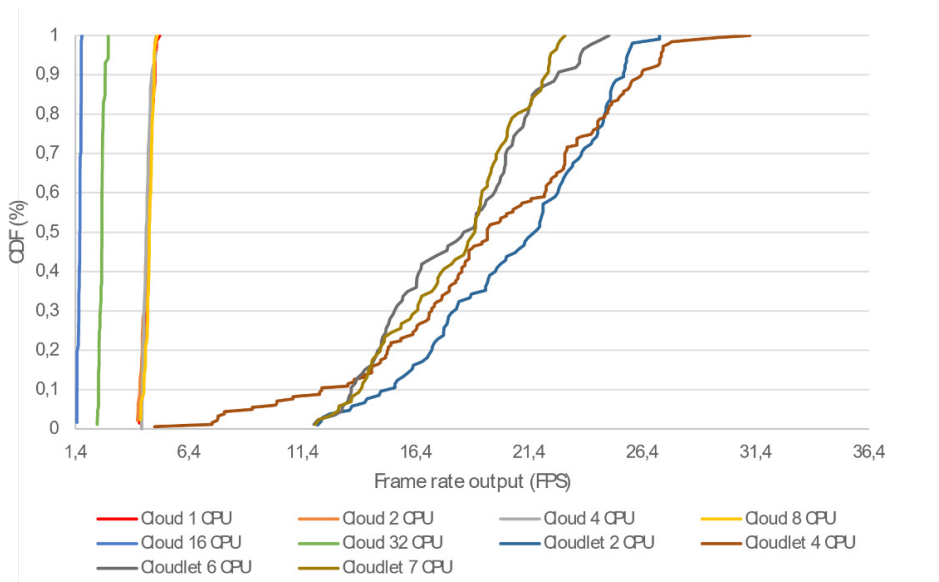


Figura 8 – Comparação das taxas de FPS - FaceSwap

Curiosamente, foi possível constatar que nos testes realizados com servidores de *cloud* com maior capacidade computacional, como nos sistemas de 16 e 32 vCPU, se assistiu a um aumento considerável no tempo de resposta da aplicação. Considerando que a capacidade de processamento foi aumentada, tal reflexo poderá estar associado a uma maior distância entre o cliente no *smartphone* e o servidor da *cloud* utilizado para a prestação do serviço alojamento com as características referidas. Repare-se, porém, que para os servidores FaceSwap de *cloud* com 16 vCPUs se obtiveram valores médios do tempo resposta em torno dos 600 ms, e que o aumento do número de vCPUs para 32 permitiu reduzir de forma muito significativa esse valor para cerca de 360 ms.

O tempo utilizado para o reconhecimento de rosto do servidor *cloudlet* é notoriamente inferior. A taxa de *frames* apresenta valores medianos de 19 a 22 FPS no *cloudlet* e de 2 a 5 FPS na *cloud*, como ilustra a Figura 8.

Nos testes realizados foi possível constatar que o uso da *cloudlet* garante uma taxa de FPS pelo menos 4 vezes maior do que a *cloud*, satisfazendo desta forma os requisitos de experiência do utilizador desta aplicação.

Da análise dos resultados obtidos foi possível constatar que estes estão em consonância com os obtidos nos testes realizados por J. Wang (Wang, 2016). Adicionalmente, foi efetuada uma comparação com outros trabalhos utilizando a aplicação FaceSwap (Ha et al., 2013) (Hu et al., 2016) (Chen et al., 2017), e nestes, os resultados obtidos nos testes realizados apresentam menor tempo de resposta nas soluções *cloudlet*.

5. Conclusões

Este artigo apresenta um estudo de análise e comparação das tecnologias *Mobile Edge Computing* (MEC) e *Mobile Cloud Computing* (MCC) relativamente ao tempo de resposta de aplicações com fortes requisitos de processamento em tempo real em dispositivos móveis. Com este estudo pode concluir-se que o MEC pode assumir um papel preponderante ao complementar o funcionamento das soluções assentes na *cloud* (MCC).

Em aplicações com requisitos de processamento intensivo em tempo real, a parte sensível ao atraso do aplicativo pode ser executada no servidor MEC, enquanto a parte intensiva, mais tolerante a atraso do aplicativo pode ser executada no servidor na *cloud*. O MEC permite que os dispositivos móveis conectados executem aplicativos de processamento intensivos e de tempo real na periferia da rede, libertando os terminais dos clientes utilizadores dessas tarefas. Para além de que, a maior proximidade entre servidor e dispositivo cliente permite reduzir significativamente o tempo de resposta das aplicações e, deste modo, melhorar a experiência do utilizador.

Este artigo apresenta os resultados de comparação de implementações do MEC com o MCC recorrendo a duas aplicações com requisitos de processamento em tempo real, o *Fluid* e o *FaceSwap*.

Dos resultados obtidos, mostra-se que o MEC com a implementação via *cloudlet* permite melhorar a qualidade e a experiência do utilizador. Os valores dos tempos de resposta medidos na aplicação *Fluid* fixam-se sempre abaixo de 100 ms, sendo aproximadamente quatro vezes inferiores aos valores apresentados utilizando a *cloud*. Além disso, pela utilização da *cloudlet*, o movimento das partículas é mais fluido e não se degrada facilmente como na *cloud*.

Os valores medidos na utilização do *FaceSwap* apresentam um tempo de resposta cerca de cinco vezes inferior, e sempre abaixo dos 100ms, quando comparada com os valores de uma implementação de *cloud*. Relativamente à taxa de FPS de imagens, o *cloudlet* apresenta valores quatro vezes mais elevados do que na *cloud*, o que evidencia a melhoria da qualidade de experiência do utilizador.

Em suma, quando comparado aos servidores remotos na *cloud*, verifica-se que, nas aplicações com as características seleccionadas, o MEC permite menor tempo de resposta e uma maior taxa de frames do que o MCC. Os resultados permitem concluir que a arquitetura MEC proporciona um melhor desempenho e melhor experiência ao utilizador, quando comparada com a *cloud*.

Referências

- Aazam, M., & Huh, E.N. (2014). Fog computing and smart gateway-based communication for cloud of things. In *2014 International Conference on Future Internet of Things and Cloud*, (pp. 464–470). doi: 10.1109/FiCloud.2014.83.
- Abolfazli, S., Sanaei, Z., Ahmed, E., Gani, A., & Buyya, R. (2013). Cloud-based augmentation for mobile devices: motivation, taxonomies, and open challenges. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(1), 337–368. doi: 10.1109/SURV.2013.070813.00285

- Achanta, V., Sureshababu, N., Thomas, V., Sahitya, M., & Rao, S. (2012). Cloudlet-based multilingual dictionaries. In *Third International Conference on Services in Emerging Markets*, (pp. 30–36). doi: 10.1109/ICSEM.2012.12
- Ai, Y., Peng, M., & Zhang, K. (2017). Edge cloud computing technologies for internet of things: A primer. doi: 10.1016/j.dcan.2017.07.001
- Araújo, V. M., Cota, M. P. (2016). Software como um Serviço: uma visão holística. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (19), 145–157. doi: 10.17013/risti.19.145–157
- Armbrust, M., Fox, A., Griffith, R., Joseph, A., Katz, R., Konwinski, A., Lee, G., & Stoica, I. (2009). Above the clouds: A berkeley view of cloud computing. Berkeley: Dept Electrical Eng and Computer Sciences, University of California.
- Beck, M. T., Werner, M., Feld, S., & Schimper, S. (2014). Mobile edge computing: A taxonomy. In *Proceedings of the Sixth International Conference on Advances in Future Internet*, (pp. 48-55).
- Blockstrand, M., Holm, T., Kling, L.-O., Kog, R., & Wallin, B. (2011). *More than 50 billion connected devices – taking connected devices to mass market and profitability*. Retrieved from: https://www.akos-rs.si/files/Telekomunikacije/Digitalna_agenda/Internetni_protokol_Ipv6/More-than-50-billion-connected-devices.pdf
- Bonomi, F., Milito, R., Natarajan, P., & Zhu, J. (2014). Fog computing: A platform for internet of things and analytics. In *Big data and internet of things: A roadmap for smart environments*, (pp. 169-186). Cham: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-05029-4_7.
- Bonomi, F., Milito, R., Zhu, J., & Addepalli, S. (2012). Fog computing and its role in the internet of things. In *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing*, (pp. 13-16). ACM. doi: 10.1145/2342509.2342513
- Chen, Z., Hu, W., Wang, J., Zhao, S., Amos, B., Wu, G., & Satyanarayanan, M. (2017). An Empirical Study of Latency in an Emerging Class of Edge Computing Applications for Wearable Cognitive Assistance. In *Proceedings of the Second ACM/IEEE Symposium on Edge Computing*, (pp. 14:1–14:14). ACM. doi: 10.1145/3132211.3134458
- Dinh, H. T., Lee, C., Niyato, D., & Wang, P. (2013). A survey of mobile cloud computing: architecture, applications, and approaches. *Wireless communications and mobile computing*, 13(18), 1587-1611. doi: 10.1002/wcm.1203
- Elijah, G. (2009). Cloudlet-based Edge Computing. Retrieved from: <http://elijah.cs.cmu.edu/>.
- ETSI. (2014). *Mobile-Edge Computing*. Introductory Technical White Paper. https://portal.etsi.org/Portals/o/TBpages/MEC/Docs/Mobile-edge_Computing_-_Introductory_Technical_White_Paper_V1%2018-09-14.pdf
- ETSI. (2015). *Mobile Edge Computing (MEC) Service Scenarios V1.1.1*.

- Fortes, N., Pereira, J. H., & Costa, J. F. da. (2016). A adoção de serviços cloud computing pelas empresas portuguesas: O papel dos esforços de marketing. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (18), 33-48. DOI: <https://dx.doi.org/10.17013/risti.18.33-48>
- GSMA Intelligence, (2014). *Understanding 5G: Perspectives on future technological advancements in mobile*. White paper, 1-26.
- Ha, K., Pillai, P., Lewis, G., Simanta, S., Clinch, S., Davies, N., & Satyanarayanan, M. (2013). The impact of mobile multimedia applications on data center consolidation. In *2013 IEEE international conference on cloud engineering (IC2E)*, (pp. 166–176). doi: 10.1109/IC2E.2013.17
- Hu, W., Gao, Y., Ha, K., Wang, J., Amos, B., Chen, Z., Pillai, P., & Satyanarayanan, M. (2016). Quantifying the Impact of Edge Computing on Mobile Applications. In *Proceedings of the 7th ACM SIGOPS Asia-Pacific Workshop on Systems*, (pp. 5:1–5:8). ACM. doi: 10.1145/2967360.2967369
- Khan, K., Wang, Q., Luo, C., Wang, X., & Grecos, C. (2014). Comparative study of internet cloud and cloudlet over wireless mesh networks for real-time applications. In *Real-Time Image and Video Processing 2014*, (pp. 91390K). doi: 10.1117/12.2052474
- Klas, G. (2016). Fog computing and mobile edge cloud gain momentum open fog consortium, etsi mec and cloudlets. In *SoftNet 2016 Conference*, August 21, 2016, Rome.
- Koukoumidis, E., Lymberopoulos, D., Strauss, K., Liu, J., & Burger, D. (2011). Pocket cloudlets. In *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, (pp. 71–184). doi: 10.1145/2248487.1950387
- Mao, Y., You, C., Zhang, J., Huang, K., & Letaief, K. B. (2017). A survey on mobile edge computing: The communication perspective. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 19(4), 2322-2358. doi: 10.1109/COMST.2017.2745201
- Patel, M., Naughton, B., Chan, C., Sprecher, N., Abeta, S., & Neal, A. (2014). Mobile-edge computing introductory technical white paper. White paper, mobile-edge computing (MEC) industry initiative, (pp. 1089-7801).
- Qing, W., Zheng, H., Ming, W., & Haifeng, L. (2013). Cactse: Cloudlet aided cooperative terminals service environment for mobile proximity Content delivery. *China Communications*, 10(6), 47–59. doi: 10.1109/CC.2013.6549258.
- Satyanarayanan, M. (2013). Cloudlets: At the Leading Edge of Cloud-mobile Convergence. In *Proceedings of the 9th International ACM Sigsoft Conference on Quality of Software Architectures (QoSA '13)*, (pp. 1–2). doi: 10.1145/2465478.2465494
- Satyanarayanan, M., Bahl, P., Caceres, R., & Davies, N. (2009). The Case for VM-Based Cloudlets in *Mobile Computing IEEE Pervasive Computing*, 8(4), 14–23. doi: 10.1109/MPRV.2009.82

- Shahzadi, S., Iqbal, M., Dagiuklas, T., & Qayyum, Z. (2017). Multi-access edge computing: open issues, challenges and future perspectives. *Journal of Cloud Computing*, 6(1), 30. doi: 10.1186/s13677-017-0097-9
- Shenoy, K., Bhokare, P., & Pai, U. (2015). Fog computing future of cloud computing, *International Journal of Science and Research*, 4(6), 55-56.
- Simanta, S., Ha, K., Lewis, G., Morris, E., & Satyanarayanan, M. (2012). A Reference Architecture for Mobile Code Offload in Hostile Environments. In *Joint Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture and European Conference on Software Architecture*, Helsinki, 2012, (pp. 282-286). doi: 10.1109/WICSA-ECSA.212.46.
- Skarpness, S. (2017). Keynote: Beyond the Cloud: Edge Computing. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=mCDXnls6pQk>
- Solenthaler, B., & Pajarola, R. (2009). Predictive-corrective Incompressible SPH. *ACM SIGGRAPH 2009 papers*, 28(3), 40:1-40:6. doi: 10.1145/1576246.1531346
- Soyata, T., Muraleedharan, R., Funai, C., Kwon, M., & Heinzelman, W. (2012). Cloud-vision: Real-time face recognition using a mobile-cloudlet-cloud acceleration architecture. In *2012, IEEE symposium on computers and communications (ISCC)*, (pp.000059-000066). doi: 10.1109/ISCC.2012.6249269
- Suryawanshi, R., & Mandlik, G. (2015). Focusing on mobile users at edge and internet of things using fog computing. *Int. J. Sci. Eng. Tech. Res*, 4(17), 3225-3231.
- Verbelen, T., Simoens, P., De Turck, F., & Dhoedt, B. (2012). Cloudlets: Bringing the cloud to the mobile user. In *Proceedings of the third ACM workshop on Mobile cloud computing and services*, (pp. 29-36). ACM. doi: 10.1145/2307849.2307858
- Wang, J. (2016). FaceSwap (Internet) Retrieved from: <https://cmusatyalab.github.io/faceswap/dev-guide/>
- Zhang, Q., Cheng, L., & Boutaba, R. (2010). Cloud computing: state-of-the-art and research challenges. *Journal of internet services and applications*, 1(1), 7-18. doi: 10.1007/s13174-010-0007-6

La irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), un reto en la gestión de las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador

Cejas Martínez Magda Francisca¹, Lozada Arias Brenda Nohemi²,
Urrego Ana Jacqueline³, Mendoza Velazco Derling José⁴, Rivas Urrego Gabriela⁵

magda.cejas@unach.edu.ec, brenda.lozada.uc@gmail.com,
anaurrego70@gmail.com, derling969@gmail.com, gabrielarivasu@gmail.com

¹ Profesora investigadora de la Universidad Nacional de Chimborazo, UNACH y Universidad Nacional de las Fuerzas Armadas ESPE, Riobamba, 060150, Ecuador.

² Universidad de Carabobo UC, Valencia, 2005, Carabobo, Venezuela.

³ Universidad Iberoamericana del Ecuador UNIB.E, Quito, 170523, Ecuador

⁴ Universidad Nacional de Educación, UNAE. Chuquipata, El Cañar, 030154, Ecuador

⁵ Universidad Pedagógica Experimental Libertador UPEL, Caracas, 1040, Venezuela

DOI: 10.17013/risti.37.132-148

Resumen: El estudio tiene como objetivo evaluar las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador durante el lapso académico 2019-2020 en la Universidad Nacional de Educación UNAE durante el ciclo académico 2019-2020 en Ecuador. La investigación parte de un enfoque mixto y un diseño de campo descriptivo-explicativo, a través de una muestra estratificada no probabilística de 37 docentes. Se utilizó la guía de observación directa de los participantes y la aplicación de dos cuestionarios. La presente investigación concluye que la mayoría de los profesores utilizan las TIC sólo para la información y la comunicación, existiendo disponibilidad de acceso a la tecnología por parte de la institución, pero una alta deficiencia en la capacitación de investigación de los mismos.

Palabras-clave: profesor; universidad; tecnología; internet; educación superior.

The irruption of information and communication technologies (ICT), a challenge in the management of digital competences of University Professors in Ecuador

Abstract: The study aims to evaluate the digital competencies of university teachers in Ecuador during the 2019-2020 academic year at the National University of Education (UNAE) during the 2019-2020 academic year in Ecuador. The research is based on a mixed approach and a descriptive-explicative field design, through a stratified non-probabilistic sample of 37 teachers. The guide of direct observation

of the participants and the application of two questionnaires were used. The present research concludes that the majority of teachers use ICTs only for information and communication, there being availability of access to technology on the part of the institution, but a high deficiency in the research training of teachers.

Keywords: professor, university, technology, internet, education university.

1. Introducción

Para llevar a cabo sus funciones, el actual profesor universitario tiene varios retos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Cada día el desarrollo de competencias para gestionar el aula es más exigente, la irrupción de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante por su sigla TIC), en muchos aspectos, ha servido de apoyo para fortalecer las competencias, y en otros casos de difícil manejo y adaptación según el profesor, el contexto y el entorno de aprendizaje (Makewa, Ngussa y Kuboja, 2018).

Este contexto de adaptación y generación de competencias, unido a un sentido de responsabilidad que reconoce la trascendencia, la dirección de las acciones y el impacto que éstas pueden tener en cada estudiante, lleva a establecer mecanismos y estrategias de enseñanza-aprendizaje coherentes con las necesidades de todos los actores vinculados al proceso educativo de los tiempos actuales (Lozada, 2019). Se pueden establecer diferencias significativas entre el profesor que gestiona y practica técnicas o estrategias de enseñanza con apoyo en las TIC, un profesor que se resiste a hacerlo, que no las conoce ni las aplica.

En consecuencia, las competencias de un profesor universitario se conciben como competencias integrales y alineadas a las exigencias de los tiempos que les corresponden para impartir el conocimiento. Esta era se caracteriza particularmente por el manejo dinámico y rápido de la información, donde la tecnología constituye una de las transformaciones más vertiginosas y cambiantes que han existido en las últimas décadas (Battro y Percival, 2017).

Es ineludible pensar que el factor tecnológico y de las comunicaciones beneficia a las sociedades en muchos aspectos, pero del mismo modo, el uso inadecuado interfiere en otros aspectos de naturaleza personal y de comportamiento, en particular el de la concentración, donde muchos afirman que es una interferencia en el desarrollo de la inteligencia, una de las razones de la disponibilidad instantánea de la información (Makewa, Ngussa y Kuboja, 2018) por eso es importante conocer la forma en que los profesores se apropian de las TIC en su práctica educativa, ya que hay otros críticos que establecen que los recursos tecnológicos pueden ser utilizados para mejorarla. La irrupción de las nuevas tecnologías nos obliga a educar de una manera diferente, el papel de los profesores debe ser el de guía en la educación de cada alumno, no el de fuente de toda la información y todo el conocimiento, como ocurría hasta ahora, y la Tecnología puede ayudar a motivar en el proceso de aprendizaje (Gardner, 2011).

De manera introductoria y a la luz de lo anterior, la investigación que se presenta parte de una descripción del contexto en el que se establecen las diferentes variables que intervienen en el estudio, luego se describe el proceso metodológico, donde se explica el objetivo, el paradigma, el tipo y las técnicas de investigación utilizadas, continuando con

la disertación a través del análisis de los resultados, para terminar con las conclusiones. El estudio es parte de un estudio piloto realizado en la Universidad Nacional de Educación (UNAE), ubicada en la ciudad de Azogues, Ecuador.

2. Contexto teórico

Los desafíos que condicionan esta era globalizada y tecnológica, a nivel mundial han incorporado sustancialmente elementos que cambian e influyen de manera rápida y abrumadora con respecto a la forma en que concebimos el mundo. Desde los procesadores de datos, la tecnología tridimensional de alta definición hasta las aplicaciones y los teléfonos móviles cercanos a una computadora, todos constituyen mecanismos que se han incorporado a cada una de las actividades diarias y cotidianas en los hogares, los trabajos, las escuelas y las universidades.

Teniendo en cuenta lo anterior, es inminente la conciliación que la educación y las competencias de los profesores universitarios requieren ante los nuevos paradigmas tecnológicos a los que deben adaptarse. En la dirección de lo que algunos especialistas en la materia expresaron como Pedró (2016) afirma que las competencias profesionales de los profesores, y las facilidades e incentivos para su continuo desarrollo, son la clave. Pérez (2013) expresa que estas competencias son óptimas, y es evidente que el recurso destinado a la tecnología mejora la calidad de los procesos de aprendizaje y cuando no se dan estas condiciones, la irrupción de la tecnología se traduce en nuevos problemas para los profesores en lugar de proponer soluciones que optimicen su esfuerzo.

En América Latina se realiza un esfuerzo continuo por la disponibilidad y el acceso a las tecnologías, a lo que se suman brechas muy amplias a nivel social, cultural, económico, educativo y de inclusión. Algunos países más que otros muestran niveles diferentes, una de las brechas más significativas es la educación. En este sentido Battro y Percival, (2017), indican que “no hay dudas sobre el impacto del fenómeno de la globalización en las relaciones y transacciones humanas de todo tipo, pero hay que reconocer que, paradójicamente, hasta el momento, el principal sector que ha resistido frontalmente y con tenacidad a esta globalización es la propia educación” (p.15). Los actores que participan activamente en el proceso educativo universitario deben hacer hincapié en la adaptación y mejora de las condiciones del entorno tecnológico para que sea posible llevar a cabo un proceso de enseñanza-aprendizaje acorde con los tiempos actuales.

Por otra parte, aun cuando esta realidad es vista y reconocida por el ámbito educativo y social, entre otros, los estudiantes universitarios con una edad promedio de 16 a 25 años, la mayoría de ellos tienen conocimientos y habilidades para el uso de las TIC, en todos aquellos asociados con las redes sociales, para Chiecher y Lorenzati, (2017), “Si hay un rasgo que caracteriza a los adolescentes y jóvenes de hoy en día es el hecho de que nacieron en un mundo tecnológico, que se mueve a través de las tecnologías” (p.262), en efecto, las tecnologías actuales permiten transformar los entornos educativos tradicionales y contribuyen a la generación de nuevos entornos.

Sin embargo, un estudio realizado durante los últimos cinco años por la Unesco (2013) muestra que aproximadamente el 50% de la población entre 5 y 19 años de edad en los países de América Latina se encuentra fuera de los sistemas educativos formales y con una reparación que no les permite integrarse plenamente en la economía moderna e incluso

dejándolos en riesgo de formar parte de los segmentos de población que permanecen por debajo de la línea de pobreza, esta condición intensifica la generación de modelos de crecimiento del subempleo, aumentando el desempleo juvenil y el trabajo precario por la falta de preparación profesional. De igual manera, los profesores universitarios entre 45 y 65 años muestran severas dificultades para relacionarse con estas tecnologías dentro y fuera del aula, muchos de ellos no las utilizarían si no estuvieran obligados por los diferentes sistemas que las universidades han diseñado para el uso e inclusión de las TIC en las clases (Mendoza, *et al.*, 2019a).

En el mismo orden de ideas, si se asume al estudiante como receptor en el proceso educativo, debe considerarse que actualmente las expectativas de los estudiantes respecto de la realidad digitalizada, debido a la fuerte influencia que las tecnologías tienen en los más jóvenes y la forma en que conciben la realidad y lo que ello implica para motivar su aprendizaje, De Llano (2013) manifiesta un ejemplo de ello, donde lo denota un informe realizado por profesores de la Universidad Católica Andrés Bello en Venezuela, a través de un estudio se encontró que el 95% de los estudiantes universitarios tienen una computadora en casa, el 73% un smartphone. El 98% está conectado a Facebook y el 73% utiliza redes sociales como Youtube, Twitter, Google, Instagram entre otros diariamente. En la literatura, esta generación ha sido llamada la Generación NET, los nativos digitales, los milenarios o incluso los superficiales, lo que denota la tendencia a desarrollar habilidades y prácticas profesionales y sociales emergentes que es necesario apreciar en esta nueva generación, que es diferente y se adapta al nuevo mundo de la globalización y el desarrollo de las TIC, destacando que la generación NET no se identifica necesariamente por ser más o menos creativa que las generaciones anteriores (Mendoza *et al.*, 2019b).

Para Spante *et al.*, (2018) esta generación ha estado expuesta a un mundo tecnológico radicalmente distinto al del texto impreso, paradójicamente al que estuvieron expuestas las generaciones anteriores, de donde proceden la mayoría de los profesores universitarios activos en estos tiempos. Como se ha destacado esta realidad interconectada no es un fenómeno tecnológico, sino un nuevo entorno cultural caracterizado por la interconexión, la interactividad, la ubicuidad de la tecnología, la libertad de acción, la valoración de la innovación y la no linealidad como estructura fundamental.

En el Ecuador, en particular, se observa la necesidad de contar con estrategias educativas eficaces que permitan a los maestros mantener los niveles de concentración y de atención y alcanzar el objetivo de aprender a través de los medios disponibles, gestionando adecuadamente su uso. Para ello, debe estar dotado de habilidades básicas y técnicas que le permitan estar a la vanguardia del conocimiento de las TICs, Web 1.0 y Web 2.0

Es necesario considerar que la labor del docente en el aula en los tiempos actuales, fragmenta algunos paradigmas educativos tradicionales, y como líder del proceso, le corresponde enfrentar las consecuencias de las prácticas del uso de los diferentes dispositivos que se han convertido en parte importante para la comunicación de todos, según Gardner, (2011) la irrupción de las nuevas tecnologías nos obliga a educar de una manera diferente, la cuestión es descubrir cómo aprende una persona, descubrir sus pasiones, que son muy importantes, y utilizar todos los recursos humanos y tecnológicos que nos ayuden.

Para Zuñiga, (2016) “Las competencias digitales son un elemento que contribuye significativamente al desarrollo del autoaprendizaje y, en gran medida, son también herramientas que permiten aumentar el capital de conocimiento científico, promoviendo el uso efectivo y eficiente de los recursos digitales” (p.12). La gestión de las competencias tecnológicas o digitales en los profesores universitarios es una necesidad y también un reto, ya que debe haber disponibilidad para que adquieran o desarrollen esas habilidades y las practiquen en las clases de manera efectiva.

En vista de las consideraciones expresadas, los autores se vieron motivados a realizar un estudio piloto sobre el estado de la irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como un desafío en la gestión de las competencias de los profesores universitarios en el Ecuador. Con la intención científica primaria de evidenciar las capacidades y habilidades tecnológicas y la aplicabilidad en el aula de la muestra de profesores del estudio en la UNAE, para ello fue necesario enmarcar la investigación en una metodología que permitiera obtener datos e información efectiva de la realidad método de estudio recomendado por Cejas *et al.*, (2019).

2.1. Objetivos de la investigación

El estudio tiene como objetivo evaluar las competencias digitales de los profesores universitarios en el Ecuador durante el lapso académico 2019-2020 en la Universidad nacional de Educacion UNAE.

3. Metodología

El estudio se enmarcó en una investigación de enfoque mixto, si bien es cierto los datos se extrajeron en base a su diseño de campo, el soporte teórico y la revisión documental especializada permitieron complementar, definir y describir el objeto de estudio y medirlo en el tiempo estipulado para ello, sin tener que influir en las variables involucradas, lo que implica que fue descriptivo-explicativo (Yanez *et al.*, 2019).

3.1. Población y muestra

El objetivo general fue estudiar el surgimiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como un desafío en el desarrollo de la gestión de las competencias digitales de los docentes universitarios, a partir de un estudio de campo en el período 2018-2019, en la Universidad Nacional de Educacion UNAE. La población docente de la UNAE es de 250 profesores activos. Para la muestra se estableció un muestreo aleatorio estratificado no probabilístico, con un total de 37 profesores (ver tabla 1).

Estrato	Población	Proporción	Muestra proporcional
1/Docentes contratados	180	72%	26
2/Docentes titulares	70	28%	11
Total	250	100%	37

Tabla 1 – Distribución de la muestra aleatoria estratificada de tipo no probabilística en la investigación

Se determinó la relación estratificada predeterminada que existe en la universidad UNAE donde 180 docentes laboran como contratados ocasionales, con una proporción de 72% de la población, como también 70 docentes titulares que representan un 28% del total. En base a esta proporción 70/30 de forma aleatoria no probabilista se aplicaron invitaciones de tipo participativa a los docentes contratados y titulares a formar parte del estudio, estableciendo una muestra de 26 docentes contratados y 11 docentes titulares para una muestra final de 37 profesores método recomendado por Wright, Noble y Bailer, (2007).

3.2. Instrumentos de recolección de datos

Como instrumento para la recolección de información de carácter cualitativo, se diseñó una guía de observación utilizada por los investigadores para observar la realidad durante las sesiones de clase de los profesores participantes (ver tabla 2).

Guía de observación	
Universidad Nacional de Educacion UNAE	Fecha: __/__/__
Nombre del Investigador: _____	
Tipo de actividad educativa	
Tipo de herramienta tecnológica aplicada en el aula	
Herramienta de búsqueda e investigación.	
Software operativo de navegación	
Presenta dominio tecnológico	
Observaciones:	

Tabla 2 – Guía de Observación aplicada por los investigadores a los profesores de la Universidad Nacional de Educacion UNAE.

Como segundo instrumento de recolección de datos, se diseñaron dos cuestionarios basado en la escala de Likert con cuatro opciones de respuesta. Como primera opción “nulo” con un valor numérico de puntaje 1, luego la opción “básico” con un valor escalar de 2 puntos. Como tercera opción “intermedio”, con un valor escalar de 3 puntos, seguidamente la opción “avanzado” con 4 puntos, finalmente la opción “muy avanzado” con el puntaje mayor de 5 puntos (ver tabla 3).

La opción aplicada a la muestra total de profesores involucrados en el estudio, derivado del trabajo de investigación de Zuñiga, (2016), sobre las dimensiones, factores y categorías de las habilidades digitales en los profesores universitarios.

Cuestionario de Investigación / Web1.0						
Universidad nacional de Educacion UNAE				Fecha: ___/___/___		
Pregunta:	Opciones					
Nº	<i>De los software Web 1.0 que se presentan a continuación, indique cuál es su nivel de dominio.</i>	<i>Nulo</i>	<i>Básico</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Avanzado</i>	<i>Muy avanzado</i>
1	Uso de Microsoft Office Word					
2	Uso de Microsoft Office PowerPoint					
3	Uso de Microsoft Office Excel					
4	Uso de Microsoft Office Publisher					
5	Uso de Writer's					
6	Elaboración de base de datos Access					
7	Edición de imágenes y gráficos en Draw, Photoshop o Paint					
8	Uso de SSPS					
9	Uso de Digital Library					
10	Búsqueda en sistemas Google.com, Yahoo.com, Firefox, Big					
11	Uso de Google-Docs					
12	Uso de correo Hotmail, Gmail y Yahoo Mail					

Tabla 3 – Cuestionario aplicado a los docentes participantes para el análisis de las competencias y dominio web1.0

Como segundo instrumento para el análisis de las competencias digitales y tecnológicas de los profesores de aula en base al web2.0 se aplicó el siguiente cuestionario (ver tabla 4).

Cuestionario de Investigación / Web 2.0						
Universidad nacional de Educacion UNAE				Fecha: ___/___/___		
Pregunta:	Opciones					
Nº	<i>De los software Web 2.0 que se presentan a continuación, indique cuál es su nivel de dominio.</i>	<i>Nulo</i>	<i>Básico</i>	<i>Intermedio</i>	<i>Avanzado</i>	<i>Muy avanzado</i>
1	Los editores de video					
2	Gestión de la Plataforma Educativa: Moodle, Edmodo					

3	Video Chat y Aulas Virtuales, Messenger, Skype, Zoom, Microsoft-Teams
4	Actividad educativa en las redes sociales Facebook, Twitter, Instagram
5	Gestión del Blog Educativo: Blogger, WordPress
6	Videokonferencia a través de Skype, Zoom, Adobe Connect
7	Manejo de herramientas de trabajo en grupo (Google-Docs)
8	Elaboración y edición de páginas web: Google-Sites, Wix
9	Editor de Wikis, Wikispaces

Tabla 4 – Cuestionario aplicado a los docentes participantes para el análisis de las competencias y dominio web 2.0

3.3. Confiabilidad

Para establecer la confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos cuantitativos (Tabla 3) en la investigación, se aplicó una prueba piloto designada a 10 docentes. Determinándose un reproducibilidad o consistencia de las mediciones a través del coeficiente alfa de Cronbach con un nivel de confianza de 0,890 para el cuestionario de análisis web1.0, considerado un valor alto según Mendoza *et al.*, (2018) (ver tabla 5).

Confiabilidad		
Alfa Cronbach	Alfa Cronbach basado en elementos estandarizados	N de elementos (items)
0.890	0.887	12

Tabla 5 – Resultado del coeficiente estadístico alfa de cronbach aplicado al cuestionario para el análisis de las competencias y dominio web 1.0

De igual manera, se aplicó el coeficiente estadístico alfa de Cronbach al cuestionario de recolección de datos web 2.0 (tabla 4), con un resultado de 0,859 considerado un valor alta confiabilidad según los autores previamente citados (ver tabla 6).

Confiabilidad		
Alfa Cronbach	Alfa Cronbach basado en elementos estandarizados	N elementos (items)
0.859	0.857	9

Tabla 6 – Resultado del coeficiente estadístico alfa de cronbach aplicado al cuestionario para el análisis de las competencias y dominio web 2.0

3.4. Análisis de los resultados

Para el análisis de los resultados, se aplicó la triangulación de datos o contrastación de resultados. Los datos obtenidos por la guía de observación y sustentos teóricos fueron analizados de forma interpretativa por los autores del estudio. Los datos cuantitativos de los cuestionarios, fueron analizados de forma descriptiva porcentual mediante la frecuencia y consideración del nivel de dominio de los profesores encuestados (Rendón, Villasís y Miranda, 2016).

La triangulación se refiere al uso de múltiples métodos o fuentes de datos en la investigación para desarrollar una comprensión integral de los fenómenos (Agnes y Norwich, 2007). La triangulación o contrastación de los resultados emerge al unificar de forma descriptiva los resultados porcentuales o cuantitativos del estudio con los datos cualitativos interpretativos emergentes (Azulai y Rankin, 2012).

Los datos cualitativos fueron postergados en Google Drive Suite y los datos cuantitativos analizados mediante el software, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 25. Los resultados se presentaron en tablas de frecuencia y gráficos multivariados, para ofrecer su comprensión de acuerdo con los hallazgos encontrados en el desarrollo de la investigación.

4. Resultados y discusión

Se realizó una revisión teórica de las investigaciones apoyadas en el Ecuador, que permitió a los autores tener una referencia del estado de las competencias digitales de los profesores universitarios en otras áreas de la educación superior, lo que podría complementar el estudio de campo sobre la irrupción de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como un desafío en la gestión de las competencias de los profesores universitarios en la UNAE en el período 2019-2020.

Entre los hallazgos encontrados, destacamos las coincidencias en cuanto a la gestión de las competencias digitales y tecnológicas de los profesores de aula, y el desafío que representa para la mayoría al incorporar la variedad de herramientas que ofrecen las TIC hoy en día, considerando la Web 1.0 y la Web 2.0. A través de la lista de verificación y de la observación directa de los participantes, los profesores estudiados demostraron sus capacidades, obteniendo los siguientes resultados que se presentan en la tabla 7.

	Nulo	Básico	Intermedio	Avanzado	Muy avanzado	Usar como apoyo en las clases	TOTAL
profesores							
<i>Uso de Microsoft Office Word</i>	0	25 67,5%	10 27,0%	2 5,4%	-	22 59,4%	37
<i>Uso de Microsoft Office PowerPoint</i>	0	20 54,0%	13 35,1%	4 10,8%	-	37 100%	37

<i>Uso de Microsoft Office Excel</i>	0	-	20	54,0%	16	43,2%	1	2,7%	-	37	100%	37
<i>Uso de Microsoft Office Publisher</i>	21	56,7%	8	21,6%	5	13,5%	3	8,1%	-	12	32,4%	37
<i>Uso de Writer's</i>	30	81,0%	4	10,8%	3	8,1%	0	-	-	0	-	37
<i>Elaboración de base de datos Access</i>	32	86,4%	5	13,5%	0	-	0	-	-	3	8,1%	37
<i>Edición de imágenes y gráficos en Draw, Photoshop, Paint</i>	30	81,0%	5	13,5%	2	5,4%	0	-	-	7	18,9%	37
<i>Uso de SSPS</i>	31	83,7%	4	10,8%	2	5,4%	0	-	-	3	8,11%	37
<i>Uso de Digital Library</i>	22	59,4%	8	21,6%	4	10,8%	3	8,1%	-	15	40,5%	37
<i>Búsqueda en: Google.com, Yahoo.com Firefox, Big</i>	0	-	31	83,7%	6	16,2%	0	-	-	37	100%	37
<i>Uso de Google-Docs</i>	25	67,5%	6	16,2%	5	13,5%	1	2,7%	-	7	18,9%	37
<i>Uso de correo Hotmail, Gmail, Yahoo! mail</i>	0	-	31	83,7%	5	13,5%	1	2,7%	-	37	100%	37
<i>Promedio total de herramientas WEB 1.0</i>		43,0%		37,6%		15,9%		3,3%	0%		48,8%	100%

Tabla 7 – Dominio de las herramientas TIC, Web 1.0 por parte de los docentes de la UNAE, Ecuador, período 2019-2020.

En cuanto al dominio de las herramientas tecnológicas o TIC de la Web 1.0 (ver tabla 7), los resultados obtenidos en 37 profesores seleccionados en el estudio, representaron el 56,76%, indicando que no dominaban las herramientas de Microsoft Office Publisher, el 81,08% no dominaban el uso del procesador de textos Writer, 86. El 49% no sabía crear una base de datos con Access, el 81,08% no dominaba la edición de imágenes y gráficos en Draw, Photoshop y Paint, el 83,78% no conocía el manejo de herramientas estadísticas por SSPS, el 59,46% no dominaba el manejo de Bibliotecas digitales y el 67,57% no dominaba las herramientas de trabajo de Google - Docs. De igual forma, ninguno de los participantes se calificó con un nivel muy avanzado en el dominio de las TIC.

Sin embargo, el 67,57% reconocía el dominio básico del manejo de las herramientas de Microsoft Office Word, el 54,05% el uso de las herramientas de Microsoft Office

PowerPoint y Excel, y el 83,78% el dominio de los navegadores de búsqueda como Google.com, Yahoo.com, Firefox y Big, administrar correos electrónicos como Hotmail, Gmail, Yahoo! mail. El promedio de dominio de las 12 herramientas tecnológicas de la web 1.0 es Nulo en 43.02% y básico en 37.61%.

	Nulo		Básico		Intermedio		Avanzado		Muy avanzado	Usar como apoyo en las clases	TOTAL	
	profesores											
<i>Los editores de video</i>	30	81,0%	4	10,8%	2	5,4%	1	2,7%	-	2	5,4%	37
<i>Gestión de la Plataforma Educativa: Moodle, Edmodo</i>	0	-	15	40,5%	17	45,9%	5	13,5%	-	27	72,9%	37
<i>Video Chat y Aulas Virtuales, Messenger, Skype, Zoom</i>	5	13,5%	17	45,9%	10	27,0%	5	13,5%	-	15	40,5%	37
<i>Actividad educativa en las redes sociales Facebook, Twitter, Instagram</i>	25	67,5%	10	27,0%	2	5,4%	0	-	-	12	32,4%	37
<i>Gestión del Blog Educativo: Blogger, Wordpress</i>	21	56,7%	11	29,73%	3	8,11%	2	5,41%	-	9	24,3%	37
<i>Videoconferencia a través de Skype, Zoom, Adobe Connect</i>	21	56,7%	10	27,0%	5	13,5%	1	2,70%	-	5	13,5%	37
<i>Manejo de herramientas de trabajo en grupo (Google-Docs)</i>	22	59,4%	8	21,6%	6	16,2%	1	2,7%	-	1	2,7%	37
<i>Elaboración y edición de páginas web: Google-Sites, Wix</i>	35	94,5%	2	5,4%	0	-	0	-	-	1	2,7%	37
<i>Editor de wikis, Wikispaces</i>	37	100%	0	-	0	-	0	-	-	0	-	37
<i>Promedio total de herramientas WEB 2.0</i>		43,0%		37,6%		15,9%		3,3%	0%		48,8%	100%

Tabla 8 – Dominio de las herramientas TIC, Web 2.0 por parte de los docentes de la UNAE, Ecuador, período 2019-2020.

Asimismo, de la Web 2.0, el 81,08% de los 37 profesores del estudio afirman no tener dominio sobre los editores de video, el 67,57% tampoco dominan las actividades educativas en las redes sociales como Facebook, Twitter, Instagram, el 56,76%, no gestionan los blogs educativos por Blogger, WordPress, o las videoconferencias por Skype, Zoom, Adobe connect, el 59,46% no tienen dominio de la gestión de herramientas de trabajo en grupo por Google Docs. El 94,59% no domina la elaboración y edición de páginas web como Google-Sites, Wix y el 100% no conoce o tiene dominio nulo de editor de Wiki como Wikispaces (ver tabla 8).

Por otro lado, ninguno de los docentes encuestados se catalogó como usuario muy avanzado o poseer conocimiento muy avanzado en el dominio de las TIC con plataforma

web 2.0. El 45,95% y el 40,54% tienen un dominio intermedio y básico, respectivamente, en la gestión de plataformas educativas como Moodle y Edmodo, mientras que el 45,95% tiene un dominio intermedio de video chat y aulas virtuales. El dominio de las herramientas web 2.0 enumeradas muestra que el 58,86% de los profesores no las dominan en promedio, sólo el 23,12% tiene un dominio básico de las mismas y el 13,51% un dominio intermedio. En proporción, hay un mayor dominio en promedio de las herramientas de la Web 1.0 con 37,61%, en comparación con la Web 2.0, con 23,12%.

En el mismo orden de ideas, se promedió el uso de las herramientas de las TIC, la web 1.0 y la web 2.0. Debido a que algunos profesores afirmaron que dominaban algunas herramientas en sus niveles, pero al momento de preguntar cómo lo utilizaban en el proceso de enseñanza-aprendizaje, algunos afirmaron que no lo hacían con frecuencia, obteniendo los siguientes resultados reflejados en el gráfico 1 sobre el uso de estas herramientas tecnológicas.

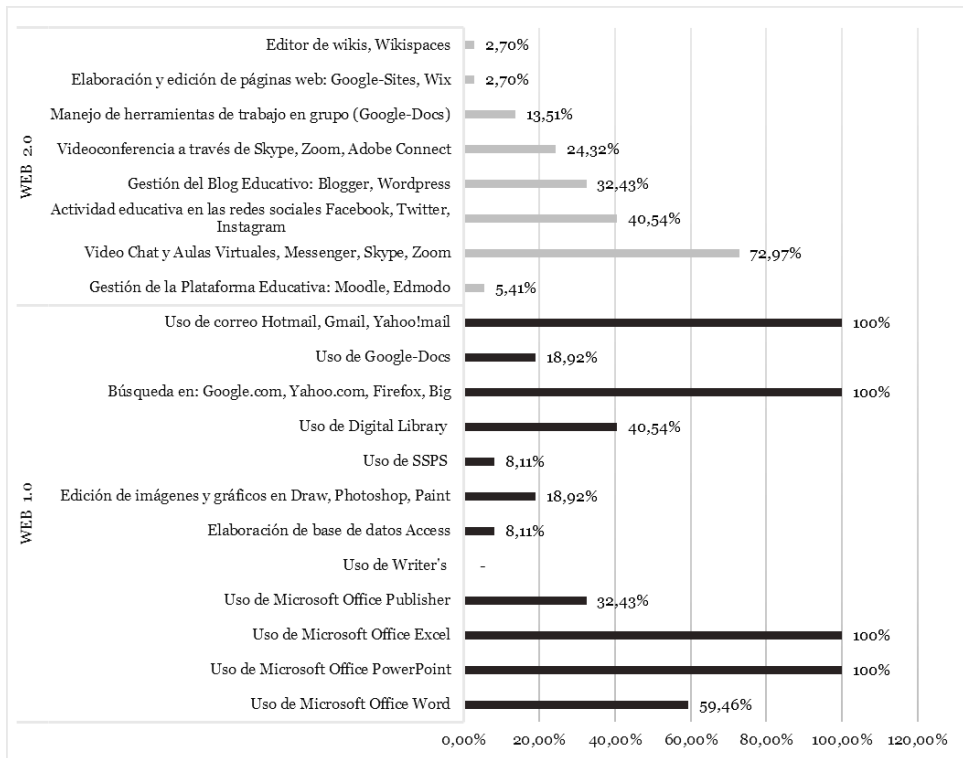


Figura 1 – Uso de herramientas TIC, web 1.0 y web 2.0 por docentes de la UNAE, período 2019-2020

En cuanto a los profesores que afirmaban dominar el uso de las herramientas de Microsoft Office PowerPoint y Excel, los navegadores de búsqueda como Google.com, Yahoo.com, Firefox, Big y el correo electrónico a través de Hotmail, Gmail, Yahoo! mail también se denota que el 100% de ese porcentaje utiliza o aplica estas herramientas para

el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sólo el 59,46% de los profesores que afirmaron dominar el uso de las herramientas de Microsoft Office Word, el 32,43% de Microsoft Office Publisher y el 40,54% en la Gestión de Bibliotecas digitales, afirman que utilizan con frecuencia estas herramientas como soporte para sus clases (ver figura 1).

Asimismo, en cuanto al uso o aplicación de las herramientas TIC de la Web 2.0, los profesores que afirman dominar la gestión de plataformas educativas como Moodle y Edmodo, sólo el 72,97% de ellos lo aplican en clase, de la misma manera el 40,54% en video chat y aulas virtuales y el 32,43% de ellos con actividad educativa en las redes sociales Facebook, Twitter, Instagram.

Estos resultados ponen en perspectiva el dominio y uso de las herramientas TIC como gestión de las competencias digitales, en el gráfico 2 el uso total de éstas se promedia respecto a los profesores que afirmaron dominar algunas de ellas. Donde el uso de la web 1.0 tiene un promedio de 48.87% y la web 2.0 un promedio de 21.62%.

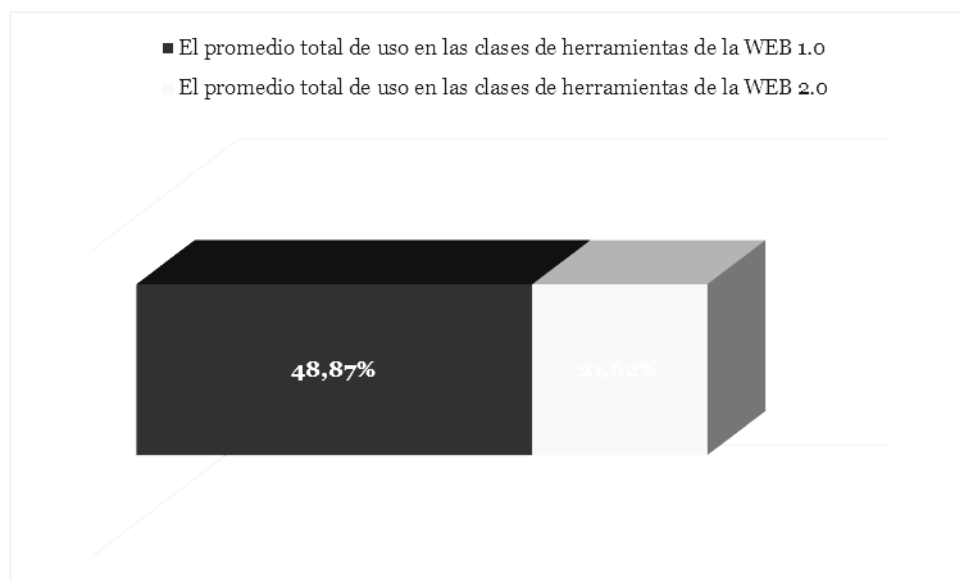


Figura 2 – Uso promedio de las herramientas TIC, Web 1.0 y Web 2.0 por los profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje

En otras palabras, menos del 50% utiliza las herramientas que dicen dominar con respecto a la web 1.0 y en el caso de la web 2.0, menos del 30%. Esto indica que, aunque los profesores dominan algunas herramientas de las TIC, muchos de ellos no las aplican en el proceso de enseñanza-aprendizaje (ver figura 2).

Asimismo, los resultados mostraron una tendencia media del 53,71%, lo que representa que sólo algo más del 50% de los profesores de posgrado de la Institución de Educación Superior estudiada tiene competencias tecnológicas o digitales y el uso o aplicación en el

aula. Se puede observar en la figura 3 a través de las categorías evaluadas la síntesis de la gestión de las competencias digitales de los docentes.

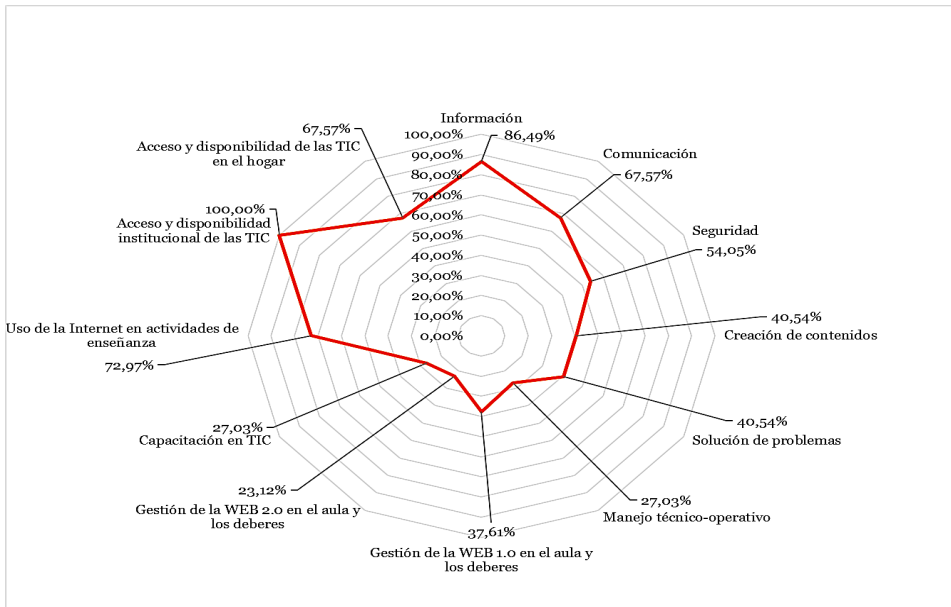


Figura 3 – Resumen de la situación de la gestión de las competencias digitales de los docentes de posgrado de una institución de educación superior en el Ecuador

En el estudio se presentaron conclusiones pertinentes, en las que las TIC son utilizadas principalmente por los profesores para la comunicación, afirmando mediante los instrumentos aplicados que la institución de enseñanza superior tiene acceso a las tecnologías y la disposición del desarrollo y la gestión de las competencias digitales tanto en los profesores, como en los estudiantes y todo el personal.

Sin embargo, sólo el 67,57% de los docentes tiene acceso y disponibilidad de los medios tecnológicos en sus hogares, lo que representa una limitación, ya que parte del trabajo se comparte entre la institución y el hogar, otro de los hallazgos. fue la falta de capacitación en tecnología, con sólo 27. El 03%, menos del 50% de los docentes han recibido capacitación en el área por parte de la Institución, tienen deficiencias en la gestión técnico-operativa y dificultades para resolver problemas relacionados con la tecnología o la digitalización de tareas, es decir, un alto grado de desconocimiento de las diferentes herramientas de la Web 2.0 para gestionar la resolución de problemas en los procesos de enseñanza-aprendizaje (ver figura 3).

Sin embargo, es evidente que existe un déficit en la gestión de las competencias digitales, donde la tecnología se utiliza en su mayor parte para la comunicación y la información; la revisión del correo electrónico y el uso de las redes sociales, la descarga de documentos.

Pero el conocimiento y la aplicación de las diferentes herramientas como el apoyo en el aula o los deberes no es evidente o su uso es inferior al 50%. Siendo el profesor líder en el proceso de enseñanza-aprendizaje, debe cumplir las condiciones necesarias para demostrar un conocimiento superior al de sus alumnos.

5. Conclusiones y recomendaciones

Los cambios que se están produciendo tienen consecuencias para la educación y denotan el surgimiento de un nuevo contexto global de aprendizaje, creando nuevas condiciones que ameritan prácticas educativas generadas por este nuevo contexto de las TIC, mientras que las habilidades digitales representan una necesidad para obtener mejores resultados en el aula y mejorar la capacidad de enfoque y eficiencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, atendiendo las demandas y la forma de interpretar la realidad de la actual generación de estudiantes.

Cada día se incorporan más herramientas y avances que pueden apoyar a brindar una mayor calidad en la enseñanza, los jóvenes universitarios demandan a la velocidad que interpretan la realidad, la incorporación de las TIC y la visibilidad de las competencias digitales por parte de los docentes, es una ventaja dentro del proceso educativo que reduce las brechas de comunicación y exclusión.

Por ello, la disponibilidad y el acceso a las tecnologías es fundamental que, junto con la familiarización e incorporación de las diferentes herramientas digitales que pueden contribuir a este fin, suponga la demostración de una mayor calidad educativa para la comunidad científica en general. Por otra parte, se puede concluir que los medios tecnológicos son aplicados por los docentes, como entes de aplicación didácticas o recursos digitales para sus actividades educativas, mas no como un principal medio de investigación.

Referencias

- Agnes, M., & Norwich, B. (2007). Triangulation and Theoretical Understanding, *International Journal of Social Research Methodology*, 10(3), 211-226. DOI: 10.1080/13645570701541878
- Azulai, A., & Rankin, J. (2012). Triangulation in Canadian doctoral dissertations on aging. *International Journal of Multiple Research Approaches*, 6(2), 125-140. DOI: 10.5172/mra.2012.6.2.125
- Battro, A., & Percival, D. (2017). *La educación digital*. Argentina: EMECE.
- Cejas Martínez, M.F., Mendoza Velasco, D.J., Navarro Cejas, M., Rogel Villacis, J.L., & Ortega Freire, Y.M. (2019). A Performance-Centred Competency-Based Approach to Quality University Teaching. *Integratsiya obrazovaniya = Integration of Education*, 23(3), 350-365. DOI: <https://doi.org/10.15507/1991-9468.096.023.201903.350-365>

- Chiecher, A., & Lorenzati, K. (2017). Estudiantes y tecnologías. Una visión desde la 'lente' de docentes universitarios. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(1), 261-282.
- De Llano, J. (2013). *Estudiantes digitales / Profesores analogicos: La Universidad como punto de encuentro*. In *Las TIC en la educación universitaria*. Venezuela, Caracas: (AUSJAL) Asociación de Universidades Confiadas a la Compañía de Jesús en América Latina.
- Gardner, H. (2011). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Nueva York: Basic Books.
- Lozada, B. (2019). *Teoría de las inteligencias múltiples, el rol del docente y las aplicaciones móviles, triada estratégica de aprendizaje en la Educación Superior Universitaria*. In *1er. Congreso Internacional y 2do. Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología y Empresa*. Tendiendo redes del conocimiento. Venezuela: Universidad Arturo Michelena.
- Makewa, L., Ngussa, B., & Kuboja, J. (2018). *Technology-Supported Teaching and Research Methods for Educators*. Spain: IGI Global.
- Mendoza, D., La Madriz, J., López, M., & Ramón, V. (2018). Research Competencies of Higher-Education Teaching Staff Based on Emotional Intelligence. *Mediterranean Journal Of Social Sciences*, 9(5), 41. Doi: 10.2478/mjss-2018-0137
- Mendoza Velazco, D., Cejas Martínez, M., Navarro Cejas, M, Vega Falcón, V. & Albán Yáñez, C. (2019a). Moodle Research Software: Emotional Context in Ecuadorian Higher Education. *International Journal of Engineering Research and Technology*, 12(9), 1491-1500.
- Mendoza, D., Abrigo, I., Romero, J., Cueva, F. & Cejas, M. (2019b). The formative research of ecuadorian university teaching staff. *Problems of education in the 21st century*, 77(3), 364-378.
- Pedró, F. (2016). Hacia un uso pedagógico efectivo de la tecnología en el aula: ¿cómo mejorar las competencias docentes? (ONU-UNESCO, Ed.) Entornos digitales y políticas educativas. *Dilemas y certezas*, 245-267.
- Pérez, J. (2013). Enseñanza 2.0: Uso de las redes sociales en las prácticas docentes. *Las TIC en la educación universitaria*, 38, 36-41.
- Rendón, M., Villasís, M. & Miranda, M. (2016). Estadística descriptiva. *Rev Alerg Mex*, 63(4), 397-407.
- Spante, M., Sofkova, S., Lundin, M., & Algers, A. (2018). Digital competence and digital literacy in higher education research: Systematic review of concept use. *Cogent Education*, 5(1). DOI: 10.1080/2331186X.2018.1519143
- Yanez, S., Martinez, M., Mendoza, D., Lucano, S., Sanchez, H., & Barros, R. (2019). The Solitary and Hatred within Social Media. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 8(3), 71.

- UNESCO (2013). Las TICs en la educación. (ONU, Ed.) Enfoque estratégico sobre las TICs en Educación en América Latina y el Caribe.
- Wright, S., Noble, R., & Bailer, A. (2007). Equal-precision allocations and other constraints in stratified random sampling. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 77(12), 1081-1089. DOI: 10.1080/10629360600897191
- Zuñiga, J. (2016). *Las competencias digitales en el perfil universitario: El caso de la Facultad de Pedagogía de la Universidad Veracruzana*. Mexico: Universidad Veracruzana.

Crítérios Editoriais

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

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

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

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

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

Críterios Editoriales

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

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

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

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

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

Os asociados da AISTI recebem a RISTI gratuitamente, por correo postal. Torne-se associado da AISTI. Preencha o formulário abaixo e envie-o para o e-mail aistic@gmail.com

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



Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: _____

Instituição/Institución: _____

Departamento: _____

Morada/Dirección: _____

Código Postal: _____ Localidade/Localidad: _____

País: _____

Telefone/Teléfono: _____

E-mail: _____ Web: _____

Tipo de Associado e valor da anuidade:

Individual - 35€

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

Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: _____

Data/Fecha: __/__/____ Assinatura/Firma: _____



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

©AISTI 2020 <http://www.aisti.eu>

