



ISSN: 1646-9895

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

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



©RISTI 2022 <http://www.risti.xyz>

Nº 48

Edição / Edición

Nº 48, 12/2022

Tiragem / Tirage: 1000

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

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

ISSN: 1646-9895

Depósito legal:

Indexação / Indexación

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

Publicação / Publicación

RISTI – Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

Rua Pedro Álvares Cabral 520 - 2º Esq. Nasc., 4435-386 Rio Tinto, Portugal

E-mail: aistic@gmail.com

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

Director

Álvaro Rocha, ISEG, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

Jorge Esparteiro Garcia, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, PT

Conselho Editorial / Consejo Editorial

A. Patrícia Oliveira Universidade de Aveiro, PT

Abel Méndez, Instituto Tecnológico de Costa Rica, CR

Alejandro Peña, Universidad EAFIT, CO

Alma Gómez-Rodríguez, Universidade de Vigo, ES

Ana Melro, Universidade de Aveiro, PT

Ana Paula Afonso, P.PORTO/ISCAP.IPP/CEOS.PP, PT

Ana Rita Calvão, ESTGA, Universidad de Aveiro, PT

Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL

António Abreu Silva, ISCAP, Instituto Politécnico do Porto, PT

Antonio Garcia, Universidad de Santiago de Compostela, ES

António Godinho, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

Antonio Jiménez-Martín, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES

August Climent, Ramon LLull University, ES

Beatriz Rodríguez, Universidad de la Republica, UY

Borja Bordel, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX

Bruno Miguel Ferreira Gonçalves, Instituto Politécnico de Bragança, PT

Carlos Alexandre Silva, Instituto Federal de Minas Gerais, BR

Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT

Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT

Carlos Rompante Cunha. UNIAG & CeDRI & Instituto Politécnico Bragança, PT

Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT

Ciro Martins, Universidade do Algarve, PT

Cristina Caridade, Instituto Politécnico de Coimbra, PT

Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT

Dante Carrizo, Universidad de Atacama, CL

Edwin Cedeño Herrera, Universidad de Panamá, PA
Fábio Marques, ESTGA, Universidade de Aveiro, PT
Felipe Vasquez, Universidad de La Frontera, CL
Fernando Moreira, REMIT, IJP, Universidade Portucalense & IEETA, Universidade de Aveiro, PT
Fernando Ribeiro, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Fernandp Bandeira, PT
Filipe Cardoso, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Flor Gomes de María Sánchez Aguirre, Universidad César Vallejo, PE
Gabriel Guerrero-Contreras, Universidad de Cádiz, ES
Gerardo González Filgueira, Universidade da Coruña, ES
Gloria Valencia, Universidad de las Fuerzas Armadas, EC
Guillllhermo Davila, Universidad de Lima, PE
Hélder Gomes, Universidade de Aveiro, PT
Helder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique S. Mamede, Universidade Aberta, Portugal
Inês Domingues, ISEC, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaias Bianchi, Universidade Federal de Santa Catarina, BR
Isidro Navarro, Universidad Politécnica de Cataluña, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco, ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Jeimy Cano, Universidad de los Andes, CO
João Balsa, LASIGE, Universidade de Lisboa, Portugal
João Emílio Almeida, ISTE - Porto, PT
João Paulo Ferreira, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Joao Roberto de Toledo Quadros, CEFET/RJ, BR
Joao Tavares, Universidade do Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jorge Eduardo Ibarra Esque, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Jorge Hochstetter, Universidad de La Frontera, CL
José Álvarez-García, Universidad de Extremadura, ES
Jose Felipe Cocon Juarez, Universidad Autónoma del Carmen, MX

José Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pastrana Brincones, Universidad de Málaga, ES
Jose M. Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
José Ribeiro, Politécnico de Leiria, PT
Jose Silvestre Silva, Academia Militar, PT
Josep Maria Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan Angel Contreras Vas, Universidad de Extremadura, ES
Juan M. Santos-Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Pablo DAmato, Universidad Nacional del Centro
de la Provincia de Buenos Aires, AR
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Leonardo Bermón Angarita, Universidad Nacional de Colombia, CO
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Lucila Romero, Universidad Nacional del Litoral, AR
Luis Álvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luís Bruno, Instituto Politécnico de Beja, PT
Luis Enrique Sánchez Crespo, Universidad de Castilla-la Mancha, ES
Luisa María Romero-Moreno, Universidad Sevilla, ES
Luz María Hernández Cruz, Universidad Autónoma de Campeche, MX
Luz Sussy Bayona Oré, Universidad Nacional Mayor de San Carlos, PE
Marcelo Marciszack, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Marcelo Zambrano Vizuite, Universidad Tecnica Del Norte
Marco Painho, NOVA IMS, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, Universidad de Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, Universidad Tecnológica Nacional, AR
Maria do Rosário Bernardo, Universidade Aberta, PT
Maria Hallo, Escola Politécnica Nacional, EC
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria Sousa, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Marisol B. Correia, ESGHT - Universidade do Algarve & CiTUR, PT

Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martin Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Miguel Casquilho, Universidade de Lisboa, PT
Miguel Ramón González Castro, Centro Tecnológico Aimen, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, CIMAT, MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Melão, Instituto Politécnico de Viseu, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Patricia Dias, Universidade do Estado de Minas Gerais, BR
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, Universidade Nova de Lisboa, PT
Paulo Rurato, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Araújo, Universidade da Beira Interior, PT
Pedro R. Palos- Sanchez, Universidad de Sevilla, ES
Pedro Sanz-Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pedro Sobral, Universidade Fernando Pessoa, Portugal
Pedro Sousa, Universidade do Minho, Portugal
René Faruk Garzozzi-Pincay, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC
Rita Oliveira, DigiMedia, Universidade de Aveiro, PT
Rita Santos ESTGA/DigiMedia, Universidade de Aveiro, Portugal
Ruben Pereira, ISCTE – Instituto Universitário de Lisboa, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Rui Silva Moreira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Samuel Sepúlveda, Universidad de La Frontera, CL
Santiago Raul Gonzales Sanches, Universidad Cesar Vallejo, PE
Sara Balderas-Díaz, Universidad de Cádiz, ES
Sergio Araya Guzmán, Universidad del Bío-Bío, CL
Sergio F. Lopes, Universidade do Minho, PT
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Solange N Alves-Souza, Universidade de São Paulo, BR
Telmo Silva, DigiMedia, Universidade de Aveiro, PT
Teresa Guarda, Universidad Estatal Península de Santa Elena, EC

Thiago Dias, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, BR

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

Vitor Santos, Universidade Nova de Lisboa - NOVA IMS, PT

Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR

Yamid Hernández Julio, Universidad del Sinú, CO

Índice / Index

EDITORIAL

Ferramentas de e-learning no contexto ensino-aprendizagem.....	1
--	---

Jorge Esparteiro Garcia

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Prototipo electrónico BlindTI como herramienta de aprendizaje para niños en condición de discapacidad visual	5
---	---

Deiber Andrés Aldana Pulido, Pedro Alberto Arias Quintero, Fredy Angarita Reina

Fomento del pensamiento computacional a través de la resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de reciente ingreso en una universidad pública de la región andina del Perú.....	23
--	----

Ronald Paucar-Curasma, Klinge Orlando Villalba-Condori, Sinche Crispín

Fernando Viterbo, Jara Jara Nolan, Unsihuay Tovar Roberto Florentino, Rondon David

Um Inquérito para Verificação da Cibersegurança nas Organizações Públicas Municipais em Portugal	41
---	----

Teófilo T Branco Jr, Isabel Celeste da Fonseca

Cursos online Abertos Massivos (MOOCs) como potencializadores do conhecimento em Instituições de Educação Superior.....	59
--	----

Isaías Scalabrin Bianchi, Cheryl Maureen Daehn, Guillermo Antonio Dávila,

Nataliya Tovma, Nursultan Shurenov

Influência de Práticas de Gestão do Conhecimento Aplicadas ao Desenvolvimento Ágil de Software.....	74
--	----

Diego Marconi Candal, Marcos Antonio Gaspar, Ivanir Costa,

Fábio Luís Falchi de Magalhães, Ramon Alves Ferreira

Adoção da Nota Fiscal de Serviços Eletrônica: um Estudo sobre os Efeitos na Arrecadação de Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza em Municípios do Rio Grande do Norte	89
--	----

João Paulo Oliveira Lucena, Thales da Costa Lago Alves,

Raquel Menezes Bezerra Sampaio

Ferramentas de e-learning no contexto ensino-aprendizagem

E-learning tools in the context of education and learning

Jorge Esparteiro Garcia^{1,2}

jorgegarcia@esce.ipvc.pt

¹ ADiT-LAB, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Rua Escola Industrial e Comercial Nun'Álvares, 4900-347 Viana do Castelo, Portugal.

² INESC TEC, Porto, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.48.1-4

1. Introdução

Com a evolução que a tecnologia e as comunicações sofreram nos últimos anos é fundamental desenvolver ferramentas que acompanhem as transformações digitais e os desejos dos utilizadores, que têm alterado de forma rápida e drástica. Desta forma, e em particular no contexto do ensino, as ferramentas de e-learning têm atualmente outros objetivos para além da sua principal função. Nomeadamente a melhoria da usabilidade e da experiência do utilizador; a utilização de estratégias pedagógicas bem definidas, contendo formação integrada para estudantes e docentes; a utilização de tecnologia sempre atualizada e adequada às expectativas dos utilizadores; avaliação contínua do desempenho não só dos estudantes mas também das próprias plataformas de aprendizagem; apoio a todos os estudantes através de diferentes formas; e, finalmente, a conceção e o próprio aspeto do *software* para que possa ser utilizado da forma mais agradável possível.

As ferramentas de e-learning têm também assumido um papel de liderança na forma como o ensino é ministrado em sala de aula, porque se percebeu que esta realidade reduz significativamente os custos na educação e é muito mais eficiente e eficaz do que a prestação do ensino tradicional. A adoção de ferramentas de e-learning por parte das instituições de ensino traz diversas vantagens, tais como: ensino mais proativo;

formas mais diversificadas de ensino; maior atenção e sucesso dos alunos; e, finalmente, uma maior estimulação visual das aulas e dos conteúdos programáticos. Todavia, a utilização destas ferramentas durante o processo ensino-aprendizagem pode provocar também alguns constrangimentos, tais como: falhas de equipamento e hardware; maior necessidade de planos de formação e recuperação em caso de problemas, bem como tempo gasto na aprendizagem de novas tecnologias e as competências necessárias para as utilizar. De acordo com um estudo realizado para investigar a eficácia do e-learning entre estudantes do ensino superior (Ali et al., 2018), verificou-se que o e-learning tem também inúmeras vantagens neste grau de ensino. Algumas das vantagens identificadas são: maior rapidez na disponibilização de informação; económico, tanto em termos de tempo como de custos monetários; adequado para o trabalho independente; acrescenta valor ao ensino na perspetiva dos estudantes; é utilizável para um ensino mais proativo; responde rapidamente a diferentes necessidades que surgem; é aplicável fora da sala de aula; e, finalmente, a qualidade global do e-learning é bastante satisfatória, o que indica que, no caso em estudo, é bastante eficaz.

Mais recentemente, com a situação pandémica criada pela Covid-19, e embora a maioria dos estudantes preferisse o ensino num contexto de e-learning, é importante analisar e perceber a perspetiva dos professores e as dificuldades que eles experimentaram neste mesmo contexto. Tal como apresentado num recente trabalho de investigação realizado junto de diversos professores (Kulikowski K. et al., 2022), foi possível identificar que estes sofreram muito com esta situação, nomeadamente na sua motivação com as suas características de trabalho, afetando também a sua motivação e desempenho globais, o que consequentemente pode ter implicações para o desempenho da atividade pedagógica global. Segundo os autores, esta primeira adoção “forçada” do e-learning pode ter causado impactos praticamente incorrigíveis na opinião dos professores sobre este contexto de ensino, uma vez que, devido à prontidão necessária, houve muitos casos de falta de preparação e que poderiam comprometer uma nova adoção, ou continuidade de utilização, dos instrumentos associados ao e-learning.

O impacto e as consequências que a utilização das ferramentas de e-learning tem no processo ensino-aprendizagem é necessariamente diferente, considerando os dois intervenientes neste sistema. Contudo, são inegáveis as mais valias que estas tecnologias acrescentam ao modelo de ensino tradicional. Nesse sentido, a realização de estudos e trabalhos de investigação junto de alunos e docentes dos diversos níveis de ensino é fundamental para melhor se avaliar e compreender as técnicas e estratégias pedagógicas mais adequadas a empregar com o apoio destas ferramentas.

Neste contexto foram selecionados 6 artigos para publicação nesta edição da RISTI, de um total de 82 artigos submetidos, a que corresponde uma taxa de aceitação de uns apertadíssimos 6,1%, após os artigos terem sido alvo de um exigente processo de avaliação pelos membros do Conselho Editorial.

2. Estrutura

O primeiro artigo, com o título “Prototipo electrónico BlindTI como herramienta de aprendizaje para niños en condición de discapacidad visual” apresenta um protótipo electrónico BlindTI como ferramenta de aprendizagem para a formação de tecnologias

emergentes para crianças com deficiência visual, com enfoque nos algoritmos. O projeto envolveu crianças com limitações visuais e os seus pais, pertencentes à fundação Ojos del Alma, na cidade de Neiva, Colômbia. Com a aplicação da proposta apresentada neste artigo, foi possível contribuir para colmatar esta lacuna e implementar metodologias de ensino e aprendizagem para crianças com deficiência visual, com ênfase nas competências do século XXI.

No segundo artigo, com o título “Fomento del pensamiento computacional através de la resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de reciente ingreso en una universidad pública de la región andina del Perú” os autores propõem projetos tecnológicos para desenvolver o pensamento computacional seguindo as fases de resolução do problema: compreensão do problema, elaboração do plano, execução do plano e revisão da solução. Nesse sentido, um conjunto de estudantes realizaram atividades como o desenvolvimento de algoritmos, programação do tabuleiro Arduino e sensores a partir de uma interface amigável e lúdica, como o mBlock. De acordo com os resultados obtidos, os autores sugerem que deverão ser formados grupos ou equipas para implementar o projeto na sala de aula; desta forma, os grupos terão membros homogêneos com ritmos, estilos e processos de aprendizagem semelhantes.

O terceiro artigo, com o título “Um Inquérito para Verificação da Cibersegurança nas Organizações Públicas Municipais em Portugal” propõe um inquérito com o objetivo de fornecer um panorama da situação em que se encontra a segurança cibernética nas organizações contendo os principais pontos de controlo a serem observados. A principal contribuição deste estudo é fornecer um inquérito para ser aplicado em organizações da administração pública municipal em Portugal de forma que este possibilite a verificação dos quesitos relacionados com a cibersegurança. Os autores consideram ainda que este instrumento pode ser também adequado para realizar verificações da cibersegurança em outras organizações em geral.

No quarto artigo, com o título “Cursos online Abertos Massivos (MOOCs) como potencializadores do conhecimento em Instituições de Educação Superior” os autores propõem um artefato com os cursos MOOCs disponibilizados bem como as plataformas utilizadas que são disponibilizadas. Este estudo adota a metodologia Design Science Research, para desenvolver o artefato. Com os resultados obtidos neste estudo, foi desenvolvido um artefato em formato de um portal *web* com todos os cursos MOOCs das IES. O artefato foi demonstrado e avaliado com docentes de IES, onde foi possível verificar o impacto que ele proporciona na capacitação e como potencializador do conhecimento.

O quinto artigo, com o título “Influência de Práticas de Gestão do Conhecimento Aplicadas ao Desenvolvimento Ágil de Software” tem como objetivo identificar a possível influência positiva da aplicação de práticas de gestão do conhecimento (PGC) no desenvolvimento ágil de software (DAS). Nesse sentido, foi desenvolvida uma pesquisa de natureza exploratória-descritiva e de abordagem qualitativa, tendo sido ainda aplicado um *survey* controlado utilizando o método Delphi junto de especialistas académicos e profissionais de mercado. Os resultados obtidos permitiram perceber um consenso de 90,4% dos especialistas consultados, validando assim a proposição de pesquisa estabelecida, concluindo-se que as PGC podem influenciar positivamente o DAS.

Finalmente, o sexto e último artigo, com o título “Adoção da Nota Fiscal de Serviços Eletrônica: um Estudo sobre os Efeitos na Arrecadação de Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza em Municípios do Rio Grande do Norte” estuda a relação entre a implantação da Nota Fiscal de Serviços Eletrônica (NFS-e) e a arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) em municípios de quatro microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte através de uma análise de dados em painel para os anos de 2013 a 2016 com base em informações oficiais sobre as datas de adoção da NFS-e e de arrecadação bruta do ISSQN. Os resultados deste estudo sugerem que a implantação da NFS-e, por todo um ano fiscal completo, repercute em cerca de 46% de acréscimo na arrecadação do ISSQN aos municípios que fazem uso da inovação, frente aos que não adotam esse recurso tecnológico, indicando que esta pode ser uma boa estratégia de combate à evasão fiscal e de aumento de arrecadação para pequenos municípios.

3. Agradecimentos

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

Um agradecimento especial 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

- Ali, M., Hossain, S. K., & Ahmed, T. (2018). Effectiveness of E-Learning for University Students: Evidence from Bangladesh. *Asian Journal of Empirical Research*, 8(10), 352- 360.
- Konrad Kulikowski, S. P. (2022). E-learning? Never again! On the unintended consequences of COVID-19 forced e-learning on academic teacher motivational job characteristics. *Higher Education Quarterly*, 174-189.

Prototipo electrónico BlindTI como herramienta de aprendizaje para niños en condición de discapacidad visual

Deiber Andrés Aldana Pulido¹, Pedro Alberto Arias Quintero¹, Fredy Angarita Reina¹

{deiber.aldana; pedro.ariasq; fredy.angarita} @campusucc.edu.co

¹ Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Santander, Colombia

DOI: 10.17013/risti.48.5-22

Resumen: La investigación tuvo como objetivo desarrollar el prototipo electrónico BlindTI como herramienta de aprendizaje para la formación de Tecnologías emergentes para niños con discapacidad visual, con un enfoque en la algoritmia. En el proyecto participaron niños con limitaciones visuales y sus padres de familia, pertenecientes a la fundación Ojos del Alma de la ciudad de Neiva Colombia. Se obtuvo el desarrollo y aplicación del prototipo BlindTI para la enseñanza del braille y conceptos básicos de algoritmia aplicados en un tablero didáctico para la representación de algoritmos. Se evidencia que la falta de herramientas tecnológicas inclusivas potencia el crecimiento de brechas de acceso a educación a niños con limitaciones visuales, y que, con la aplicación de la propuesta presentada en este artículo, es posible contribuir al cierre de esta brecha e implementar metodologías de enseñanza y aprendizaje para niños con discapacidad visual con profundización en competencias del siglo XXI.

Palabras-clave: algoritmia; braille; discapacidad visual; educación inclusiva; tecnologías emergentes.

BlindTI, electronic prototype as a learning tool for visually impaired children

Abstract: The objective of the research was to develop the BlindTI electronic prototype as a learning tool for the training of emerging Technologies for children with visual disabilities, with a focus on algorithmics. Children with visual limitations and their parents who belong to the Ojos del Alma foundation in the city of Neiva Colombia, participated in the project. The BlindTI prototype was developed and applied to teach the braille system as well as basic algorithmic concepts in a didactic board for the representation of algorithms. It is evident that the lack of inclusive technological tools enhances the growth of gaps in access to education for children with visual limitations, and that, with the application of the proposal presented in this article, it is possible to contribute to closing this gap and implement teaching and learning methodologies for visually impaired children with a deepening of 21st century skills.

Keywords: algorithmics; braille; visual disability; inclusive education; emerging technologies.

1. Introducción

Según la Fundación Saldarriaga Concha sobre la educación inclusiva en Colombia, el 56,8% de las personas con discapacidad que se encuentran entre los 5 y los 20 años están vinculados a procesos de formación básica; sin embargo, solo el 5,4% de estas personas logran terminar el bachillerato (Hurtado Lozano & Agudelo Martínez, 2014) y de estos, muy pocos logran formarse en programas técnicos en vista de que las instituciones formativas en estas áreas no están preparadas para atender a estas personas con necesidades especiales, cifras que preocupan ya que estas personas con limitaciones como la visual, pierden independencia, tienen problemas para obtener un trabajo y conseguir su propio sustento, esto genera grandes costos a las familias, a la comunidad y a los servicios de salud, lo que conlleva a la pobreza, a la exclusión social y a la muerte prematura (Molina Béjar, 2008).

En Colombia, recientemente se ha incrementado la vinculación de personas con discapacidad al sistema educativo (Fernández Morales & Duarte, 2016) (Padilla Muñoz, 2011), especialmente en los niveles de educación preescolar, básica y media (Ossa Cornejo, 2013); sin embargo, pese a que se han hecho esfuerzos por incorporar a todas las personas desde la educación inclusiva (Romero Hernández & Urrego González, 2016), las brechas de acceso a educación de calidad para personas con discapacidad visual aún son muy grandes y prevalece la desigualdad para este sector poblacional, cabe resaltar que muchas de las personas con discapacidad visual son jóvenes y aunque tengan edad para laborar, su tasa de empleabilidad es considerablemente más baja que las personas con otro tipo de discapacidad o las que no tienen discapacidad (Cañón Cárdenas, 2011), esto debido a que es muy baja la oferta académica en programas técnicos y/o tecnológicos para su formación.

En el departamento del Huila, específicamente en la ciudad de Neiva, la mayoría de las instituciones educativas públicas y privadas no están en capacidad de brindar formación inclusiva a niños en condición de discapacidad visual, y las pocas fundaciones o instituciones que si se enfocan en la formación de este grupo poblacional no cuentan con dispositivos tecnológicos que faciliten esta labor y sus procesos educativos se centran en herramientas convencionales como regleta y punzón, así mismo, el alcance formativo no trasciende lo tradicional, es decir, no tienen una profundización en programas técnicos que mejoren la capacidad de inclusión social y laboral de las personas con discapacidad visual.

De acuerdo con el Registro para la Localización y Caracterización de personas con Discapacidad (RLCPD) y el Sistema Integrado de Información de la Protección Social (SISPRO, 2020), a corte de marzo de 2020, en Neiva habían 4.215 personas con discapacidad visual, el porcentaje de analfabetismo de estas personas es del 27,8 % y solo el 10,46% asisten a un centro educativo; de este porcentaje, el 17% dicen que la educación recibida no responde a sus necesidades y el 27% que los docentes no están preparados para afrontar sus procesos de enseñanza de una manera óptima; de las personas que no reciben formación académica, alrededor del 53% aún están en edad de estudiar, pero

no lo hacen por su discapacidad y la falta de recursos económicos. Estas cifras revelan que sólo una pequeña parte de las personas que tienen discapacidad visual en la ciudad de Neiva logran acceder al sistema educativo, y de estas, una parte considerable sienten que las metodologías de enseñanza y que la preparación de los docentes no responde a sus necesidades.

Las Tecnologías de la Información (TI) ayudan a minimizar barreras que limitan el aprendizaje (Booth & Ainscow, 2000), habilitan nuevas estrategias de enseñar y nuevos modos de aprender (Zappalá et al., 2011), además, el pensamiento computacional y la programación son una forma de ampliar las oportunidades para los jóvenes (Manrique-Losada et al., 2020), es por esta razón que el objetivo del proyecto es implementar un prototipo electrónico como herramienta de aprendizaje para la formación de Tecnologías emergentes en niños en condición de discapacidad visual.

Comercialmente se distribuyen dispositivos electrónicos que permiten a personas en situación de discapacidad visual realizar lectura de contenidos digitales traducidos al braille, como es el caso del BraiBook (2019), el cual es un dispositivo portable que tiene una celda braille de 8 puntos basada en el principio de materiales piezoeléctricos y un sistema de audio para mayor facilidad en la lectura de contenidos digitales, sin embargo, este es unipersonal y no permite la interacción entre docentes y estudiantes como herramienta de enseñanza en ambientes de formación, además no hay metodologías documentadas que usen este tipo de dispositivos para la formación de personas con discapacidad visual.

Las Tecnologías emergentes como la robótica y la programación se utilizan para incentivar a jóvenes en áreas tecnológicas (Marques et al., 2017), sin embargo, la mayoría de lenguajes de programación son muy gráficos y con poca accesibilidad, lo que hace que sean no aptos para personas con discapacidad visual (Riazy et al., 2020). Actualmente, las herramientas o recursos para la formación de niños con discapacidad visual en áreas de ciencia y tecnología son muy limitadas; por un lado, se encuentran las herramientas que han sido adaptadas para eliminar estas barreras, como el uso de tableros para trabajar la robótica educativa con alumnado con discapacidad visual, los cuales usan celdas bien delimitadas con marcas en relieve con la finalidad de introducir el pensamiento computacional y la robótica educativa en el alumnado con pérdida total de visión o baja visión (Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2021), así mismo, se conoce la experiencia del *“Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria”* desarrollado por López et al. (2018), el cual consistió en la adaptación de materiales didácticos comerciales para niños videntes como el robot abeja Bee-Bot y Codi-oruga. Los ajustes consistieron en la elaboración de tableros con adaptaciones táctiles para que los niños consiguieran comprender el desplazamiento del robot abeja y el troquelado en relieve en las piezas de Codi-oruga. Siguiendo una metodología didáctica, se consiguió que los niños con ceguera puedan participar de forma autónoma en el desarrollo de actividades relacionadas con la robótica, sin embargo, para lograr esto no se usaron dispositivos electrónicos especializados y se requiere conocimientos previos en lectura braille.

Por otro lado, se encuentran los prototipos de robots desarrollados para el aprendizaje de personas con discapacidad visual, los cuales deben utilizar interfaces de programación

de fácil acceso, como es el caso del uso de tarjetas RFID identificadas con instrucciones de programación básica en braille para la programación del robot Escornabot Villanueva (2019), el cual fue desarrollado en la plataforma Arduino y cuenta con un tablero donde varias tarjetas se ubican para crear un recorrido entre un punto inicial y un punto final y es el niño invidente quien debe reconocer este recorrido mediante el tacto y diseñar el algoritmo para que el robot realice los movimientos del recorrido diseñado, sin embargo, requiere conocimientos previos de lectura braille y habilidades visoespaciales; por otra parte, el robot Doonie se programa desde un entorno de desarrollo integrado (IDE) en un computador con interfaz de texto y lector de pantalla donde el estudiante invidente realiza la programación en un lenguaje basado en Logo que traduce los comandos al framework del robot, estos se envían vía Wifi al robot equipado con una Raspberry Pi 2 a la cual se conecta un parlante y una cámara para el reconocimiento del entorno, además de un Arduino Mega para el control de los motores de movimiento, motores de vibración, un zumbador y la lectura de sensores de final de carrera y de ultrasonido para la detección de obstáculos (Marques et al., 2017).

El presente proyecto hace una contribución al desarrollo y fomento de herramientas tecnológicas que facilitan la implementación de metodologías didácticas para la enseñanza del sistema de lectoescritura Braille, además de la formación en habilidades técnicas en la aplicación de tecnologías emergentes como la robótica y la algoritmia en niños con discapacidad visual.

2. Metodología

El proyecto se fundamenta en una metodología de desarrollo experimental que tiene como objetivo general implementar un prototipo electrónico como herramienta de aprendizaje para la formación de Tecnologías emergentes para niños en situación de discapacidad visual.

Para el caso del análisis sistemático de la literatura y la consulta de referentes conceptuales, se buscaron fuentes bibliográficas en inglés y español en la biblioteca digital de la Universidad Cooperativa de Colombia, la cual tiene una amplia gama de bases de datos, sin embargo, entre las que ofrecen material relacionado con el tema de la investigación se destacan Dialnet, e-libro, ProQuest, Science Direct, IEEE Computer Society, Scopus, entre otras. El método de búsqueda seleccionado fue filtrar resultados utilizando palabras claves como “discapacidad visual, dispositivo braille, educación inclusiva, tecnologías de asistencia, tecnologías emergentes, robótica educativa, entre otras”, publicados en los últimos 10 años. De igual manera se aplicaron estos criterios de búsqueda en el servicio en línea de información científica Web Of Science (WOS) y se consultaron páginas web de organizaciones públicas y privadas que trabajan en temas de educación e inclusión, estudios realizados de pregrado y postgrado en el tema de la investigación y en general cualquier tipo de información confiable que se encuentra en la web.

Para la recolección de información primaria se utilizaron dos instrumentos de levantamiento de datos; el primero de estos fue un cuestionario dirigido a los padres de familia y el segundo una entrevista semiestructurada a los niños con discapacidad visual. La aplicación de estos instrumentos permitió conocer la perspectiva de los involucrados

frente al sistema educativo y los limitantes y requerimientos de acceso de esta población a la educación.

Para alcanzar los objetivos del proyecto se establecieron cuatro fases, como se muestra en la figura 1.

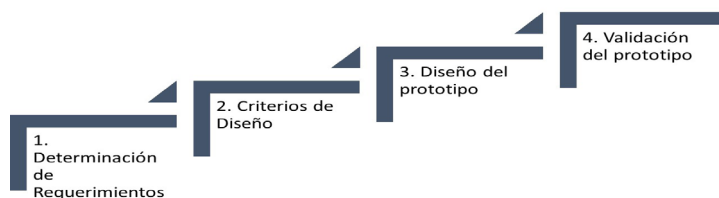


Figura 1 – Fases del proyecto. Fuente: elaboración propia.

3. Resultados

3.1. Determinación de requerimientos

Para determinar los requerimientos se trabajó en colaboración con la fundación Ojos del Alma de la ciudad de Neiva, donde se consiguió la participación voluntaria de un grupo de 12 niños con limitaciones visuales y sus padres de familia, a quienes se les aplicó una entrevista semiestructurada y un cuestionario respectivamente, con el objetivo de obtener la visión de los involucrados sobre el desarrollo educativo de los niños en condición de discapacidad visual para determinar las condiciones sociales, económicas y tecnológicas que impiden que los estudiantes con discapacidad visual accedan a procesos formativos en tecnologías emergentes; vale la pena resaltar que se contó con el consentimiento informado de la participación voluntaria de los padres de familia y la autorización para la participación y el uso de imagen de los menores de edad con fines investigativos.

Entre los hallazgos más representativos se logró determinar que la percepción de los padres de familia sobre las Instituciones Educativas involucradas en la formación de sus hijos tiene una aceptación del 58% en inclusión, sin embargo, no tienen acceso a herramientas tecnológicas fuera de las aulas; el 67% refieren que no hay apoyo económico suficiente por parte del gobierno para la formación de sus hijos y que los docentes no están capacitados para orientar procesos formativos con sistemas inclusivos como el braille, este mismo porcentaje considera que es muy importante que el niño tenga herramientas de apoyo para facilitar la interacción entre el docente y el alumno, sin embargo, las instituciones educativas no brindan este tipo de material para trabajo fuera de las aulas; el 100% de los padres de familia no saben leer ni comunicarse en braille, algunas de las causas son la falta de tiempo, recursos económicos y herramientas de aprendizaje para su capacitación.

En cuanto a las entrevistas aplicadas a los niños con limitaciones visuales, se encontró que el 100% de los participantes tienen discapacidad visual parcial progresiva. No saben leer ni escribir en braille porque no han recibido formación en este sistema de lectoescritura, tampoco han utilizado dispositivos electrónicos para aprenderlo debido a que las instituciones educativas no cuentan con estas herramientas porque son de costos elevados, sin embargo, todos manifiestan interés en aprender a leer en Braille ya que lo consideran muy útil para la comunicación de una persona invidente.

Según la información recolectada mediante los cuestionarios y entrevistas, se establecieron los requerimientos para el desarrollo del sistema que brinde una solución al problema identificado, para esto se hizo una adaptación de la Especificación de Requisitos según el estándar de IEEE 830 (IEEE, 1999), donde se agruparon los requerimientos en las siguientes categorías: funcionales, no funcionales, de hardware y de software, como se muestra en la tabla 1.

Funcionales	No funcionales	De hardware	De Software
RF-01: Envío de texto a braille	RNF-01: Sistema Operativo	RH-01: Tamaño reducido	RS-01: Formación por módulos
RF-02: Envío de algoritmos a braille	RNF-02: Entorno de desarrollo y explotación	RH-02: Forma Ergonómica	RS-02: Comunicación con celda braille
RF-03: Representación de algoritmos	RNF-03: Comunicación del sistema	RH-03: Interfaz táctil	RS-03: Metodología de enseñanza
	RNF-04: Interfaz de usuario	RH-04: Tarjetas programables	
		RH-05: Sistema de Visualización	

Tabla 1 – Requerimientos del sistema

3.2. Criterios de diseño

Teniendo en cuenta el análisis de la información recolectada y los requerimientos funcionales, no funcionales, de hardware y de software ilustrados en la tabla 1, se establecieron los criterios de diseño a tener en cuenta para el desarrollo del prototipo electrónico como herramienta de aprendizaje, esta información se muestra en la tabla 2.

Tipo	Criterio	Descripción
Funcionales	Envío de texto a braille	Debe permitir el envío de información representada en texto a una celda braille táctil.
	Envío de algoritmos a braille	Debe permitir el envío de algoritmos a una celda braille táctil.
	Representación de algoritmos	Se implementará el módulo de algoritmia a través de un tablero didáctico para la representación de instrucciones que permiten generar movimientos.

Tipo	Criterio	Descripción
<i>No Funcionales</i>	Sistema Operativo	El software debe ser compatible con el Sistema Operativo Raspberry Pi OS basado en Linux.
	Entorno de desarrollo y explotación	El sistema deberá desarrollarse en el IDE Qt Creator con el lenguaje de programación C++ y deberá funcionar en un entorno con 1 procesador Broadcom BCM2837Bo, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz, 1GB LPDDR2 SDRAM
	Comunicación del sistema	El sistema debe permitir la comunicación entre la tarjeta Raspberry Pi y las celdas braille por los pines GPIO.
	Interfaz de usuario	La interfaz de usuario debe ser de fácil acceso mediante una pantalla LCD táctil.
<i>Hardware</i>	Estética y forma	El prototipo debe ser de tamaño reducido y fácil de transportar. La superficie debe ser agradable al tacto y asemejarse a un miniordenador.
	Componentes	Debe tener una pantalla táctil, una celda Braille táctil, una tarjeta programable y demás tarjetas para el control de la celda braille.
	Visualización	Se realizará a través de la pantalla táctil y además debe incorporar una celda Braille visual para que el docente haga un seguimiento de lo que siente el niño.
<i>Software</i>	Formación modular	El software debe permitir la formación por niveles o modular para la enseñanza de lectura en Braille y Algoritmia.
	Control y comunicación	Desde el software se debe controlar la celda braille y el envío de información a esta. Debe permitir el control de la velocidad
	Metodología	Debe estar basado en una metodología apropiada de enseñanza para niños con discapacidad visual.

Tabla 2 – Criterios de diseño del prototipo

3.3. Diseño del prototipo

3.3.1. Diseño de hardware

En la fase de diseño se determinó usar la tarjeta programable Raspberry Pi 3 B+, la cual funciona como un miniordenador y permite tanto el diseño y control del software, como el control de periféricos por medio de pines GPIO (General Purpose Input/Output). En la figura 2 se muestra esta tarjeta, que cuenta con 1 procesador Broadcom BCM2837Bo, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz, 1GB LPDDR2 SDRAM, 40 Pines GPIO, salida para pantalla HDMI, 4 puertos USB, 1 puerto micro SD para cargar el sistema operativo y 1 puerto de alimentación a 5V/2.5A (Raspberry Pi, 2021), especificaciones suficientes para el desarrollo del proyecto.

La solución propuesta integra componentes de hardware y software. En la figura 3 se muestra el diagrama de bloques del prototipo BlindTI, conformado por la fuente de alimentación de 5V - 2,5A, la Raspberry Pi 3 B+, el software incorporado en esta tarjeta, la etapa de control de potencia, convertidor DC/DC de 5V a 200V y periféricos de entrada y/o salida como una pantalla LCD táctil de 7 pulgadas, teclado, ratón y las celdas Braille de 8 puntos en su versión táctil y visual. El tablero didáctico de aplicación del módulo

de algoritmia es independiente y no tiene comunicación con el prototipo electrónico, tampoco requiere una alimentación para su funcionamiento, ya que su principio de accionamiento es mecánico.



Figura 2 – Raspberry Pi B+. Fuente: (Raspberry Pi, 2021)

La celda braille táctil usada es la referencia P16 del fabricante Metec AG (2021), mostrada en la figura 4, la cual tiene 8 puntos, su principio de funcionamiento es el uso de materiales piezoeléctricos que al estar en reposo tienen forma horizontal, mientras que al ser sometidos a altas tensiones sufren una deformación hacia arriba que hace que el material empuje el punto y se genere relieve para conformar caracteres braille, en este caso se usó un convertidor DC/DC de 5V a 200V para alimentar la etapa de potencia, encargada de conmutar el accionamiento de cada punto de la celda; en la figura 5 se muestra la tipología de conmutación usada.

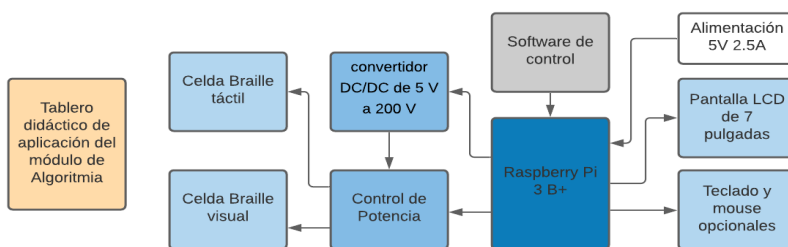


Figura 3 – Diagrama de bloques del prototipo. Fuente: elaboración propia

Mediante esta celda se logró la generación de caracteres braille en relieve de tamaño estandarizado, controlado por software desde la Raspberry Pi 3 B+. La celda braille visual se diseñó con leds para que el docente pudiese realizar un seguimiento de la información enviada desde el software a la interfaz táctil.



Figura 4 – Celda braille táctil de 8 puntos. Fuente: (Metec AG, 2021)

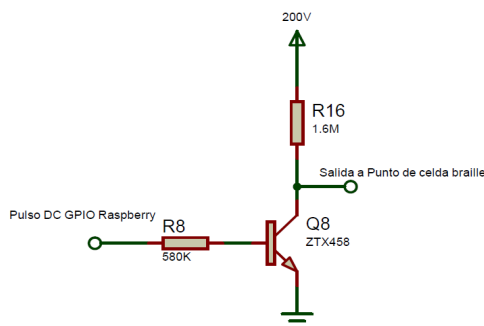


Figura 5 – Esquemático de conmutación. Fuente: elaboración propia

3.3.2. Diseño de software

Para el desarrollo del software se usó el sistema operativo Raspberry Pi OS instalado en la tarjeta Raspberry Pi 3 B+, el cual es una distribución de GNU/Linux basado en Debian y el IDE Qt Creator programado en C++ con interfaces gráficas. El software se encarga de comunicar el panel de control operado desde la pantalla LCD por el docente, y las celdas braille táctil y visual con las que interactúa el alumno con limitaciones visuales, éste incorpora los módulos descritos en la tabla 3 y cuyas interfaces gráficas se muestran en la figura 7.

Modulo	Descripción
<i>Ventana principal</i>	Permite el acceso a los diferentes módulos de aprendizaje, el envío de texto a la celda braille y el control de la velocidad con que cambia la celda braille de un carácter a otro. Esta interfaz se muestra en la figura 7 a).
<i>Lectura</i>	Diseñado con adaptaciones de la metodología propuesta en la cartilla “Puntos Luminosos” del INCI (1994) para la enseñanza del braille por niveles. Para la conformación de caracteres en Braille de 8 puntos se tuvo en cuenta el documento técnico V1 (Comisión Braille Española & Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE), 2014) de la comisión Braille Española el cual contiene la Tabla ANSI española para braille computarizado. En la figura 7 b) se muestra la ventana correspondiente al nivel 1, la cual incorpora las letras a, b, c, d, g y l, así como la creación de sílabas y palabras conformadas con dichas letras.
<i>Caracteres</i>	Permite visualizar y enviar a la celda braille el alfabeto en minúsculas, mayúsculas, números y caracteres especiales. En la figura 7 c) se muestra la interfaz que permite el envío del alfabeto en minúscula.

Modulo	Descripción
Algoritmia	Diseñado para el aprendizaje de conceptos básicos de algoritmia, específicamente instrucciones para la creación de algoritmos que permiten generar movimientos en un espacio determinado. Para la representación de estas instrucciones en la celda braille se usaron combinaciones de puntos no utilizadas para la lectura, mostradas en la figura 6, las cuales representan acciones para avanzar, retroceder, girar a la derecha y girar a la izquierda. En la figura 7 d), e) y f) se muestran las ventanas que permiten enviar las cuatro instrucciones básicas de la figura 6, el envío de algoritmos prediseñados y la creación de algoritmos inéditos respectivamente.

Tabla 3 – Módulos del software

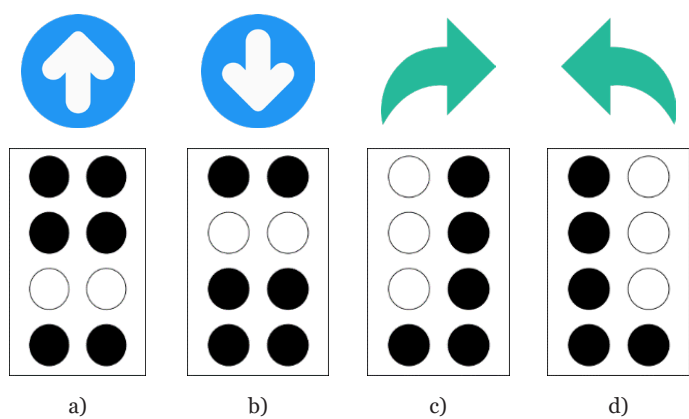


Figura 6 – Combinaciones de puntos para las instrucciones de algoritmia. a) avanzar 1 paso. b) retroceder 1 paso. c) girar a la derecha. d) girar a la izquierda. Fuente: elaboración propia.



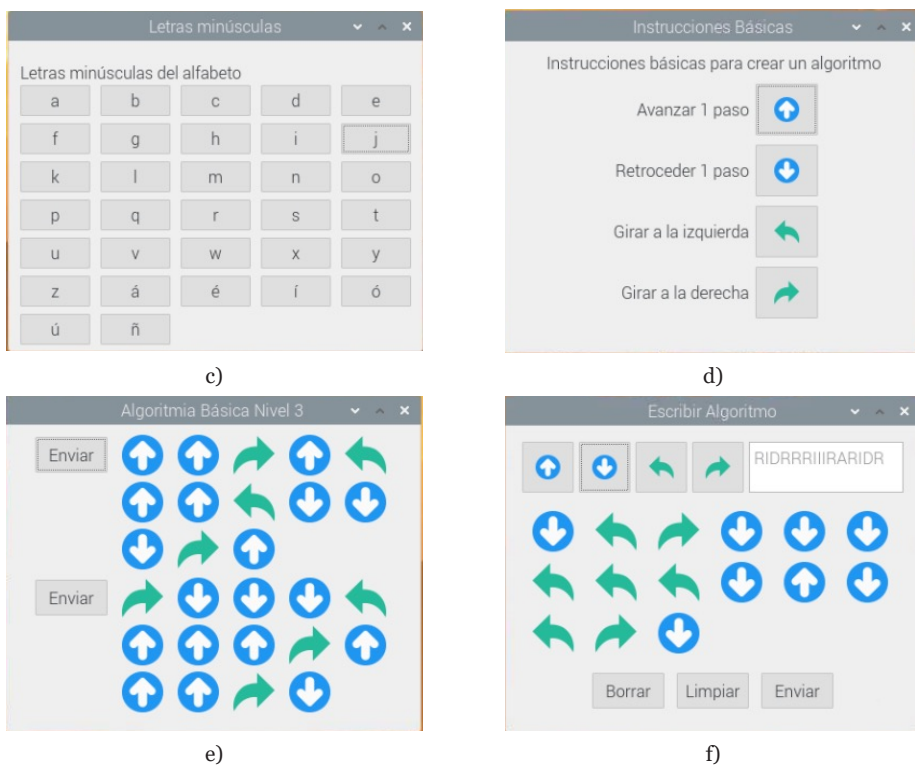


Figura 7 – Ventanas del software. a) ventana principal. b) nivel 1 módulo de lectura. c) alfabeto en minúscula d) instrucciones básicas de algoritmia. e) nivel 3 de algoritmia. f) Escritura de algoritmos. Fuente: elaboración propia.

3.3.3. Modelado 3D y prototipado



Figura 8 – Prototipo electrónico BlindTI. Fuente: elaboración propia.

Para el diseño, modelado CAD, y prototipado de la carcasa y el tablero didáctico se contó con el apoyo de la Red Tecnoparque del SENA de la ciudad de Neiva. Una vez ensamblados todos los componentes, se obtuvo los prototipos de desarrollo tecnológicos TRL6 según la clasificación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia (2020) del prototipo mostrado en la figura 8 y el tablero didáctico de la figura 9, con los cuales se realizaron pruebas de validación a los participantes del proyecto.



Figura 9 – Tablero didáctico de aplicación del módulo de algoritmia.
Fuente: elaboración propia.

3.4. Validación del prototipo

En la fase de validación se contó con la asesoría de la tiflóloga Karen Lorena Lesmes, docente de la fundación Ojos del Alma de la ciudad de Neiva, quien realizó pruebas del funcionamiento del prototipo y manifestó un tacto agradable y una buena metodología de enseñanza del braille y el módulo de algoritmia, así mismo resaltó el potencial que tiene la herramienta para usarse en los procesos formativos con sus estudiantes. Posteriormente se realizó el proceso de capacitación en lectura braille y algoritmia a un total de 5 niños con limitaciones visuales, de los cuales 3 padecen baja visión y 2 son invidentes; aunque la muestra de validación fue pequeña, tiene una semejanza al comportamiento de distribución normal, siendo evidente la homogeneidad en los resultados obtenidos. Finalmente se aplicó un instrumento de validación y reconocimiento de aprendizajes conformado por dos sesiones; la primera sesión tuvo como objetivo evaluar la capacidad de lectura en braille en un total de 10 niveles, mientras que la segunda sesión consistió en el reconocimiento de aprendizajes de algoritmia por medio de 6 niveles; vale la pena destacar que para el diseño del instrumento se tuvo en cuenta la metodología propuesta por el INCI (1994) en la cartilla “puntos luminosos” para la enseñanza del braille y la formación por niveles para el módulo de algoritmia, incrementando la dificultad en cada nivel.

Los resultados de la prueba de validación se muestran en la figura 10, donde se observa que todos los 5 aprendices que participaron en el proceso superaron satisfactoriamente las dos sesiones.

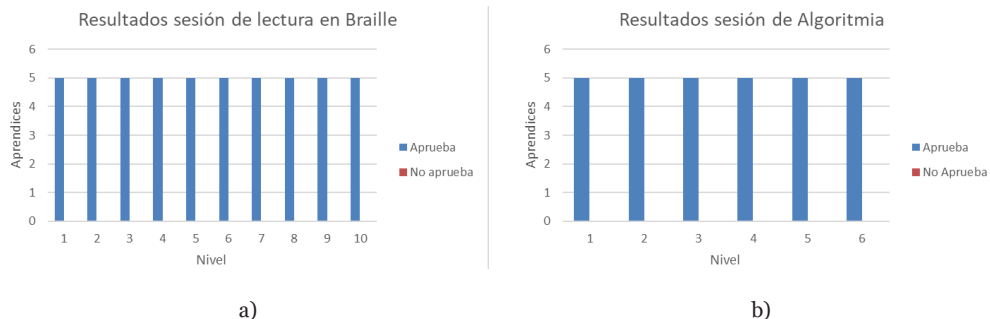


Figura 10 – Resultados de prueba de validación. a) sesión de lectura en braille. b) sesión de algoritmia. Fuente: elaboración propia.

En la figura 11 se ilustra el proceso de aplicación del prototipo BlindTI y el tablero didáctico por parte de un niño invidente. Este proceso consiste en el envío de algoritmos como el mostrado en la figura 12 a), el cual representa las siguientes instrucciones: avanzar 3 pasos, girar a la izquierda, avanzar 2 pasos, girar a la derecha y retroceder 3 pasos; esta información se envía desde el software del prototipo BlindTI y es interpretada por el aprendiz con limitaciones visuales a través de la celda braille táctil. Finalmente, la información del algoritmo es representada en el tablero didáctico de aplicación, donde el aprendiz oprime las teclas para accionar el sistema mecánico que permite representar en relieve la trayectoria conformada por las instrucciones del algoritmo, iniciando en la celda de color magenta, identificada con la letra “i” en braille y terminando al final de las flechas amarillas, tal como se muestra en la figura 12 b).

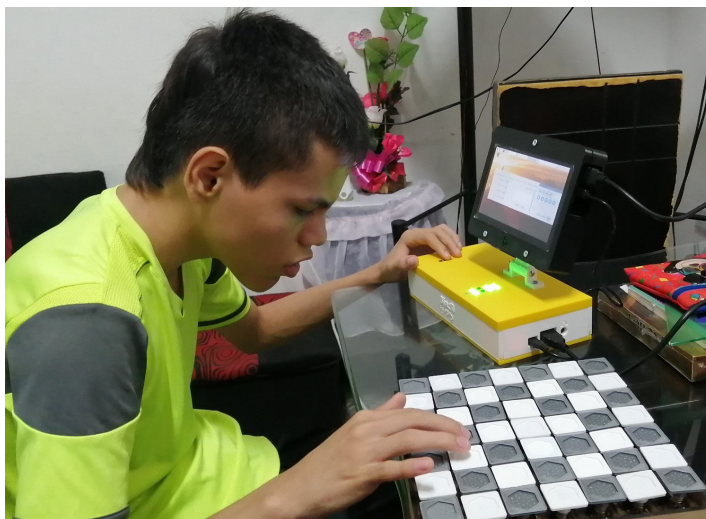


Figura 11 – Aplicación del BlindTI con joven invidente. Fuente: elaboración propia.

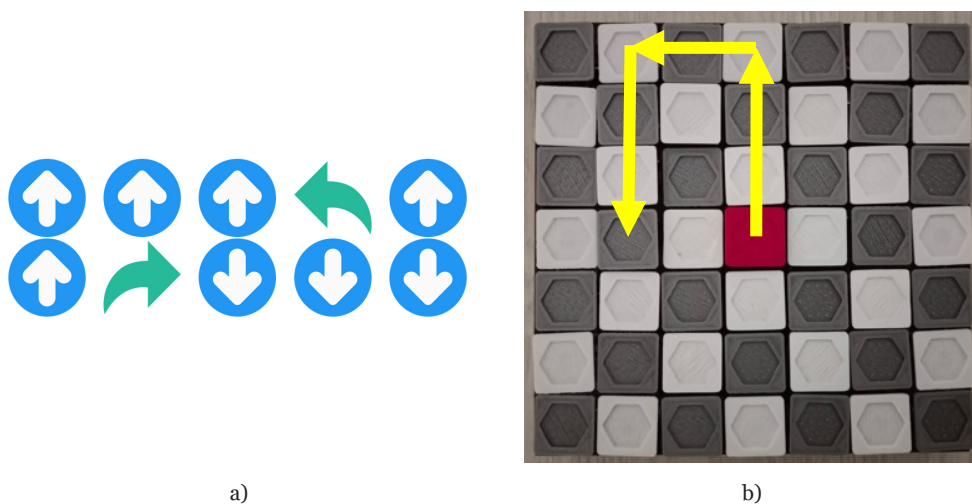


Figura 12 – Aplicación del módulo de algoritmia. a) instrucciones del algoritmo. b) representación del algoritmo en el tablero didáctico.

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

La falta de docentes capacitados en formación y metodologías de enseñanza para población con discapacidad visual, herramientas tecnológicas con un enfoque educativo de inclusión, apoyo por parte del gobierno e infraestructura física adecuada en las Instituciones Educativas, son factores que potencian el crecimiento de brechas para el acceso a una educación de calidad a niños y jóvenes con discapacidad visual, contribuyendo a la exclusión social, pobreza y falta de oportunidades laborales, además de una percepción alterada del nivel de complejidad que pudiese llegar a tener el aprendizaje del Braille y la algoritmia.

La aplicación de Tecnologías emergentes se hace necesaria para hacer frente a los retos impuestos por la cuarta revolución industrial y los grandes cambios tecnológicos que son muy frecuentes, sin embargo, según la información consultada, no hay programas de formación de este tipo para niños con discapacidad visual, lo que hace que sean excluidos del mundo laboral futuro (UNESCO, 2016), por esta razón la aplicación de una solución como la que se propone en este proyecto, ayudaría a cerrar esta brecha y mejoraría las posibilidades para esta población.

Se identificó que no todos los aprendices tienen el mismo ritmo de aprendizaje y desarrollan inteligencias múltiples diferentes (Gardner, 1993), por lo que se recomienda que para la aplicación de esta herramienta, previamente se implemente un test de estilos de aprendizaje y de acuerdo con los resultados obtenidos se planteen estrategias de formación que permitan orientar al aprendiz o grupo de aprendices en sus estrategias de aprendizaje (Zambon et al., 2021).

El común denominador en los estudiantes que presentan baja visión es que, aunque tienen conocimientos básicos en lectura y escritura con braille, no han recibido una formación intensiva en este sistema, por lo que les es difícil identificar de manera ágil los caracteres formados en la celda braille táctil. Se determinó que la celda braille visual es una herramienta que facilita el entrenamiento y desarrollo del tacto para este sector poblacional ya que por medio de las luces se puede percibir e identificar los diferentes caracteres generados y transmitidos desde el software a las celdas braille táctil y visual.

El prototipo BlindTI, además de ser una herramienta para la enseñanza del braille y la algoritmia, estimula la memoria del estudiante, ya que para la interpretación de la información, debe recordar todos los caracteres enviados a través de la celda braille táctil, además permite el desarrollo de canales de comunicación asertivos entre el docente y el aprendiz fomentando de manera didáctica el aprendizaje del braille y la formación en tecnologías emergentes como la robótica por medio de la interpretación de algoritmos para crear trayectorias en un espacio determinado. Mediante el uso de este tipo de prototipos es posible implementar metodologías de enseñanza y aprendizaje para niños con discapacidad visual con un enfoque en la formación de competencias del siglo XXI (Romero, 2012).

5. Recomendaciones

Analizando la interacción de los usuarios con el BlindTI y teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda realizar las mejoras futuras, enunciadas a continuación:

- Con la finalidad de que el prototipo sea más portable y no dependa de una fuente de alimentación alterna, se puede incorporar un sistema compuesto de baterías recargables de larga duración que brinde la potencia necesaria para dar suministro de energía al sistema por lo menos por 8 horas de uso continuo.
- En cuanto a la lectura, es importante que el niño pueda tener control sobre el texto percibido en la celda braille táctil, para esto se propone agregar botones de navegación para adelantar, atrasar, pausar, reanudar y cambiar la velocidad la lectura.
- Para hacer más eficientes los procesos de enseñanza del Braille y de Tecnologías emergentes a través de este sistema, es importante que el prototipo permita obtener una retroalimentación del niño a través de la escritura en braille, para que esto se dé, es posible incorporar un sistema de escritura similar a la máquina Perkins para que el niño pueda escribir textos y/o algoritmos para posteriormente realizar la lectura del texto o ejecución del algoritmo.
- Respecto al software, se pretende incorporar nuevos módulos en enseñanza de Tecnologías emergentes enfocados en la robótica y la programación, que idealmente se adapten al tablero didáctico ya elaborado. Ejemplo de esto podría ser la resolución de sistemas de laberintos y la integración con estructuras de control y decisión de un nivel superior.

6. Agradecimientos

A la fundación Ojos del Alma, a la docente Karen Lorena Lesmes, a los padres de familia y a los niños con limitaciones visuales que participaron de manera voluntaria en el desarrollo de la investigación. También a la Red Tecnoparque del SENA de la ciudad de Neiva y a la ingeniera Lisseth Ramírez quienes hicieron posible el diseño y fabricación del prototipo.

Referencias

- Booth, T., & Ainscow, M. (2000). Índice de Inclusión. Desarrollando el aprendizaje y la participación en las escuelas. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9). <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/03/INDICE.pdf>
- BraiBook. (2019). BraiBook. <https://braibook.com/braibook/>
- Cañón Cárdenas, Y. (2011). La baja visión en Colombia y en el mundo. *Ciencia y Tecnología Para La Salud Visual y Ocular*, 9(1), 117–123. <https://doi.org/10.19052/sv.224>
- Comisión Braille Española, & Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE). (2014). Tabla ANSI Española para Braille Computerizado.
- Fernández Morales, F. H., & Duarte, J. E. (2016). Retos de la Inclusión Académica de Personas con Discapacidad en una Universidad Pública Colombiana. *Formacion Universitaria*, 9(4), 95–104. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000400011>
- Gardner, H. (1993). *Inteligencias múltiples* (1st ed.). Paidós.
- Hurtado Lozano, L. T., & Agudelo Martínez, M. A. (2014). Educational inclusion for the disabled in Colombia. *CES Movimiento y Salud*, 2(1).
- IEEE. (1999). Especificación de Requisitos según el estándar de IEEE 830.
- INCI. (1994). *Puntos luminosos*.
- Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado. (2021). Adaptación de tableros para trabajar la robótica educativa con alumnado con discapacidad visual. https://code.intef.es/prop_didacticas/adaptacion-de-tableros-para-trabajar-la-robotica-educativa-con-alumnado-con-discapacidad-visual/
- López, F., Molina, A. G., & Mallo, C. (2018). Taller de robótica para alumnos con discapacidad visual de Educación Infantil y Primaria. *Integración: Revista Digital Sobre Discapacidad Visual*, 73, 90–117. <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual/revista-integracion/integracion-73/2018-12-integracion73.pdf#page=90>

- Manrique-Losada, B., Gómez-Álvarez, M. C., & González-Palacio, L. (2020). Estrategia de transformación para la formación en informática: hacia el desarrollo de competencias en educación básica y media para la Industria 4.0 en Medellín - Colombia. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (39), 1–17. <https://doi.org/10.17013/RISTI.39.1-17>
- Marques, G. H. M., Einloft, D. C., Bergamin, A. C. P., Marek, J. A., Maidana, R. G., Campos, M. B., Manssour, I. H., & Amory, A. M. (2017). Donnie robot: Towards an accessible and educational robot for visually impaired people. *Proceedings - 2017 LARS 14th Latin American Robotics Symposium and 2017, 5th SBR Brazilian Symposium on Robotics, LARS-SBR 2017 - Part of the Robotics Conference 2017, 2017-December*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/SBR-LARS-R.2017.8215273>
- Metec AG. (2021). Braille Module. <https://www.metec-ag.de/produkte-braille-module.php?p=p16>
- Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia. (2020). Documento de tipologías de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación v6.
- Molina Béjar, R. (2008). Salud visual: una mirada al futuro : un recorrido por más de 25 años de ejercicio profesional. Fundación Universitaria del Área Andina. <https://books.google.com.co/books?id=lqQSkGEACAAJ>
- Ossa Cornejo, C. (2013). Actitudes de estudiantes sobre personas con discapacidad en la universidad del Bío-Bío. *Psicogente*, 16(29), 32–42.
- Padilla Muñoz, A. (2011). Inclusión educativa de personas con discapacidad : La mayor dificultad que puede tener una persona con discapacidad es el bajo nivel educativo. *Rev. Colomb. Psiquiat*, 40(4), 1–30.
- Raspberry Pi. (2021). Raspberry Pi 3 Model B+. <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>
- Riazy, S., Weller, S. I., & Simbeck, K. (2020). Evaluation of low-threshold programming learning environments for the blind and partially sighted. *CSEDU2020 - Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education*, 2, 366–373. <https://doi.org/10.5220/0009448603660373>
- Romero Hernández, M. F., & Urrego González, S. (2016). Inclusión de personas con discapacidad sensorial (ciegos y sordos) en los programas de formación musical universitaria en la ciudad de Bogotá, D.C 1. Universidad Piloto de Colombia.
- Romero, M. (2012). Serious Games para el desarrollo de las competencias del siglo XXI. *RED Revista de Educacion a Distancia*, (34), 1–22.
- SISPRO. (2020). Sistema Integrado de Información de la Protección Social. <https://www.sispro.gov.co/Pages/Home.aspx>
- UNESCO. (2016). Cambiar las mentalidades acerca de los ciegos y el uso de la tecnología en Kenia.

- Villanueva, A. (2019). Escornabot: Proyecto para niños con discapacidad visual o ceguera. <http://www.mecatronicalab.es/escornabot-proyecto-para-ninos-con-discapacidad-visual-o-ceguera/>
- Zambon, A. C., Fujimoto, E. J., Gomes, H. A., Zambon, A. C., Fujimoto, E. J., & Gomes, H. A. (2021). Estilos de Aprendizagem: proposta de questionário semiautomático de apoio à aprendizagem autorregulada. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 42, 136–151. <https://doi.org/10.17013/RISTI.42.136-151>
- Zappalá, D., Köppel, A., & Miriam, S. (2011). Inclusión de TIC en escuelas para alumnos con discapacidad visual.

Fomento del pensamiento computacional a través de la resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de reciente ingreso en una universidad pública de la región andina del Perú

Ronald Paucar-Curasma¹, Klinge Orlando Villalba-Condori², Sinche Crispín Fernando Viterbo³, Jara Jara Nolan⁴, Unsihuay Tovar Roberto Florentino⁴, Rondon David⁵

rpaucarc@unat.edu.pe; kvillalba@ucsm.edu.pe; fernando.sinche@unh.edu.pe; njaraj@unmsm.edu.pe; rungsihuayt@unmsm.edu.pe; drondon@continental.edu.pe

¹ Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo, Jr. Bolognesi N° 416, 09000, Pampas, Tayacaja, Huancavelica, Perú.

² Universidad Católica de Santa María, San Jose s/n, Yanahuara, 04001, Arequipa, Peru.

³ Universidad Nacional de Huancavelica, Av. Perú S/N, 09160, Daniel Hernández Morillo, Tayacaja, Huancavelica, Perú.

⁴ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Calle Germán Amézaga N° 375, 15001, Lima, Perú.

⁵ Universidad Continental, Av. los Incas, 04002, Arequipa, Perú.

DOI: 10.17013/risti.48.23-40

Resumen: En el artículo, los autores proponen proyectos tecnológicos para desarrollar el pensamiento computacional siguiendo las fases de la resolución de problemas: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución. Durante la ejecución de los proyectos, los alumnos realizaron actividades, como elaboración de algoritmos, programación de la placa Arduino y sensores desde una interfaz amigable y lúdica como el mBlock; así como la depuración de programas hasta obtener los resultados esperados; estas actividades realizadas por los alumnos, repercutieron en los procesos cognitivos (razonamiento, toma de decisiones, comprensión del entorno, lógica, etc.), prácticas y perspectivas tecnológicas. Se ha demostrado que existe causalidad entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de la resolución de problemas en un entorno de estudiantes de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. Para el análisis de la relación entre las habilidades del pensamiento computacional y resolución de problemas se utilizó la prueba estadística de correlación de Pearson a través del software SPSS.

Palabras-clave: pensamiento computacional; resolución de problemas; estudiantes de ingeniería, proyecto tecnológico.

Promotion of computational thinking through problem-solving in recently admitted engineering students at a public university in the Andean region of Peru

Abstract: In the article, the authors propose technological projects to develop computational thinking following the phases of problem-solving: understanding the problem, elaboration of the plan, execution of the plan and revision of the solution. During the execution of the projects, the students carried out activities, such as the elaboration of algorithms, programming of the Arduino board and sensors from a friendly and playful interface such as the mBlock; as well as the debugging of programs until obtaining the expected results; These activities carried out by the students had an impact on cognitive processes (reasoning, decision making, understanding of the environment, logic, etc.), practices and technological perspectives. It has been shown that there is a causality between computational thinking skills and problem-solving phases in an environment of engineering students who have just entered university. For the analysis of the relationship between computational thinking skills and problem solving, the Pearson correlation statistical test was used through SPSS software.

Keywords: computational thinking; problem-solving; engineering students; technological project.

1. Introducción

En América Latina, los países son heterogéneos y cada país en su interior es heterogéneo; existen diferencias entre zonas rurales y urbanas, existen estudiantes de niveles socioeconómicos altos y bajos, existen diversos niveles culturales, y más aún existen diferencias pronunciadas entre colegios rurales y urbanos con respecto a la calidad educativa. En las últimas dos evaluaciones PISA en países latinoamericanos, los resultados muestran que Perú fue el más crítico, donde el 90% de los estudiantes no lograron las competencias lectoras, y el 95% de los estudiantes no lograron las competencias matemáticas, consideradas claves para que los ciudadanos puedan desenvolverse en el mundo actual y aportar al desarrollo del país (Trucco, 2016). Las desigualdades en el sector educativo se manifiestan de diversas maneras, una de ellas es el uso eficaz de las TIC, no solo como simples usuarios de tecnologías, sino fortalecer las habilidades cognitivas (Sunkel & Trucco, 2010). Estas desigualdades en el sector educativo son muy marcadas en las regiones del Perú, repercutiendo en una deficiente formación académica en los estudiantes que están ingresando a las universidades públicas de la región Huancavelica del Perú, donde los alumnos presentan competencias bajas en la resolución de problemas, razonamiento matemático, lógica, comprensión lectora, y en habilidades de abstracción, pensamiento crítico, reconocimiento de patrones y trabajo en equipo (Sobreira et al., 2020).

En recientes estudios, el pensamiento computacional (PC) está tomando mayor interés en todos los niveles del sector educativo, como apoyo fundamental en el fortalecimiento de habilidades en la resolución de problemas en los estudiantes, más aún en estudiantes con limitadas competencias en razonamiento matemático y lógica (Molina et al., 2020; Paucar-Curasma et al., 2021). El PC es el tipo del pensamiento que ayuda en la resolución de los problemas; donde, las soluciones están representados como pasos y algoritmos computacionales (Grover & Pea, 2013). En las últimas definiciones del PC, a parte de las habilidades computacionales, los autores resaltan el desarrollo de las competencias en las personas; dichos competencias, son: habilidades para enfrentar a problemas complejos, persistencia, tratamiento y confianza en la resolución de problemas complejos; por lo

tanto, hoy en día el PC es una habilidad importante para la resolución de problemas, en el ámbito académico y social (Neo et al., 2021; Weintrop et al., 2016); no solo para estudiantes de STEM, sino también para estudiantes de otras disciplinas (Wing, 2006).

Diversos autores manifiestan que el pensamiento computacional y las técnicas de resolución de problemas se complementan en la generación de competencias académicas en los estudiantes (Ubaidullah et al., 2021); una de las técnicas más usadas en la resolución de problemas es la propuesta de Polya (1945) que está formado por cuatro fases o procesos para la resolución de problemas de manera secuencial y ordenado, las fases son: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución. Las ventajas de utilizar el método de Pólya permite en los estudiantes de ingeniería a mejorar la capacidad analítica y comprensión de la problemática; fortalecer habilidades para plantear estrategias de manera ordenada y secuencial en la resolución de problemas; emplear estrategias para ejecutar de manera acertada un plan de actividades elaborados en la fase anterior; finalmente fortalecer la capacidad crítica para evaluar las funcionalidades del producto y su respectiva validación (Molina et al., 2020).

En el presente artículo se desarrolla las habilidades del pensamiento computacional siguiendo las fases de resolución de problemas en estudiantes de reciente ingreso a la carrera de ingeniería en una universidad pública ubicado en los andes del Perú; la estrategia educativa está basado en la propuesta de proyectos tecnológicos en aula; una vez finaliza los proyectos tecnológicos, se evaluaron las habilidades del pensamiento computacional y fases de resolución de problemas en dos periodos en el 2021-II y 2022-I; así también se evaluaron la relación entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, mediante la correlación de Pearson.

2. Revisión de literatura

2.1. Pensamiento computacional en la educación superior

Diversos autores manifiestan la importancia y beneficios del pensamiento computacional en la educación superior, resaltan la habilidad de abstracción y el pensamiento algorítmico en el fortalecimiento de competencias en comprensión lectora y en la resolución de problemas complejos siguiendo métodos algorítmicos (Alegre et al., 2020; da Silva et al., 2020; Harangus & Kátai, 2020); también, señalan que la programación ayuda a comprender y desarrollar actividades de matemáticas y otras disciplinas que pueden resultar abstractos o complejos; esto implica desarrollar programas mediante la computadora para resolver problemas de matemáticas u otras áreas, que involucra técnicas de gamificación que ayudan a mejorar competencias en programación (Morales et al., 2021; et al., 2021); así, también señalan el uso de herramientas basado en programación por bloques y hardware, generan interés y motivación en los estudiantes; así, como, trabajo en equipo y resolución de problemas mediante habilidades de abstracción, descomposición y pensamiento algorítmico. También, relacionan directamente el desarrollo de las habilidades comunes a través de la programación creativa y la innovación (Fang et al., 2017). Finalmente, Kules (2016) adiciona el pensamiento crítico como una forma de razonamiento e intercambio de ideas previo

a la resolución problemas a través de las habilidades del pensamiento computacional. Con respecto a las habilidades claves del PC, la mayoría de los investigadores consideran a la abstracción, descomposición, diseño algorítmico, generalización y la evaluación (Bordignon & Iglesias, 2018; Selby, 2015). La abstracción es el proceso de decidir o ignorar los detalles o características de una cosa; la descomposición es el proceso de descomponer un problema complejo en partes mucho más pequeñas y factibles; la generalización incluye descubrir similitudes o patrones en cualquier problema complejo o problema descompuesto; el diseño algorítmico es un conjunto de reglas o instrucciones bien planteadas, ordenadas secuencialmente y finitas, que permite realizar o ejecutar una tarea siguiendo pasos establecidos sucesivamente de manera segura, para llegar a la solución de un problema identificado; y la evaluación para reconocer y determinar los alcances de realizar procesos, en términos de eficiencia y uso de recursos.

2.2. Resolución de problemas

La resolución de problemas o resolver un problema es un proceso cognitivo para obtener un objetivo para el individuo que lo resuelve. La resolución de problemas, en sus procesos está conformado por los factores cognitivos: la planificación, una habilidad de pensar, ser críticos y contar con argumentos propios para tomar decisiones (Mayoral et al., 2015).

En la literatura científica, se han contextualizado la problemática y las técnicas o métodos de resolución de problemas; donde, cada problema tiene su particularidad por lo que no existe un procedimiento único que garantice su solución, sino varios procedimientos que indican los pasos o fases a seguir para resolver un problema (Iversen et al., 2018; Iwata et al., 2020; Kwon et al., 2021; Neo et al., 2021; Svarre & Burri, 2019). Se ha evidenciado en las diferentes investigaciones por lo general, en la solución de cualquier problema se pueden identificar cuatro etapas, fases o procesos: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución (Molina et al., 2020; Polya, 1945); estos cuatro fases permiten resolver de manera secuencial la problemática identificada; las ventajas de utilizar el método de Pólya en la resolución de problemas, permite en los alumnos a mejorar la capacidad analítica y comprensión de la problemática; fortalecer habilidades para plantear estrategias de manera ordenada y secuencial en la resolución de problemas; emplear estrategias para ejecutar de manera acertada un plan de actividades elaborados en la fase anterior; finalmente fortalecer la capacidad crítica para evaluar las funcionalidades del producto y su respectiva validación.

2.3. Pensamiento computacional y resolución de problemas

Wing (2006) definió el pensamiento computacional, como la resolución de problemas, el diseño de los sistemas y la comprensión del comportamiento humano haciendo uso de los conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. Diversos autores, también contribuyeron en la definición, señalando que una de las razones fundamentales del pensamiento computacional es la resolución de problemas, y para resolver problemas se debe seguir un conjunto de procesos o fases para llegar a la solución; también, al pensamiento computacional se suman otros enfoques de aprendizaje basado en problemas, que fortalecen el pensamiento crítico, considerado como una fase previa al pensamiento computacional; además, estos enfoques fortalecen

las habilidades de comunicación al presentar los resultados de los proyectos; asimismo, pueden brindar oportunidades para trabajar en equipo, buscar, analizar, sintetizar materiales de investigación y aprender a lo largo de la vida (Marais & Bradshaw, 2015; Sáez-López et al., 2021; Wing, 2006). Recientemente, Román-González (2022) define “el pensamiento computacional es la capacidad (humana) de resolver problemas y expresar ideas haciendo uso de conceptos, prácticas y perspectivas propias de las Ciencias de la Computación”. También, Rabiee & Tjoa (2017) manifiesta que la aplicabilidad del pensamiento computacional debe ser visto en la práctica como un concepto universal y una herramienta de resolución de problemas del mundo real.

Como tal enfoque, el pensamiento computacional ha ganado popularidad y se ha enfatizado como un medio eficaz para comprender y resolver problemas complejos mediante el uso de conceptos y técnicas de las ciencias de la computación (Wing, 2008). Como proceso de cómputo, el pensamiento computacional comienza confrontándose con problemas, cuya solución implica el uso de las habilidades de descomposición, generalización, abstracción, automatización, algoritmos y evaluación (Barr & Stephenson, 2011; Wing, 2008). Con base en la similitud entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, que también ha sido reconocida en la investigación de Voogt et al. (2015), se afirma que el pensamiento computacional es una forma específica de resolución de problemas; donde cada habilidad del pensamiento computacional está ubicado dentro de un proceso o fase de resolución de problemas, pero también proporciona una descripción más específica para los procesos de aprendizaje que reflejan técnicas y conceptos de las ciencias de la computación. Desde tal perspectiva, un alumno involucrado en el pensamiento computacional también puede considerarse involucrado en las fases de resolución de problemas (Kale & Yuan, 2021). Para conocer la relación existente entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas, se han analizado los diferentes estudios de los investigadores, cuyos resultados se muestran en la Tabla 1; donde, las abreviaciones de las habilidades del pensamiento computacional son: ABS (Abstracción), DESC (Descomposición), GEN (Generalización), ALG (Diseño algorítmico) y EVA (Evaluación); con respecto a las fases de resolución de problemas, se ha observado que los autores coinciden con la mayoría de las fases.

<i>FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS</i>	<i>HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL</i>				
Por Ubaidullah et al. (2021)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Comprensión/definición	X				
Planificación		X	X		
Diseño				X	
Codificación		X		X	X
Evaluación			X		X
Por Jeng et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Reconocimiento del problema.	X				
Desarrollo de estrategia de solución		X	X		
Organización del conocimiento sobre el problema				X	

FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL				
Evaluación de la solución					X
Por Joshua Levi Weese & Feldhausen (2017)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Simplificación del problema	X				
División del problema en partes más pequeñas		X			
Lista de pasos para resolver			X		
Por Maharani et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Decisión sobre el objeto	X				
Formulación de la solución			X		
División de problemas complejos		X			
Diseño paso a paso para resolver el problema				X	
Identificación para corregir errores					X
Por Kale & Yuan (2021)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Comprensión del problema	X				
Plan y monitoreo	X	X	X		
Ejecución				X	
Verificar/reflexionar					X
Por Rabiee & Tjoa (2017)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Identificación/comprensión del problema	X				
Desglose del problema principal		X			
Desarrollo de soluciones			X	X	
Implementación				X	X
Validación					X
Por Pedaste et al. (2019)	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Identificación del problema	X	X			
Selección de estrategias				X	
Ejecución de estrategias				X	
Revisión de los resultados			X		X

Tabla 1 – Fase de resolución de problemas y habilidades del pensamiento computacional

De los resultados obtenidos de la Tabla 1, se han encontrado aproximadamente 30 fases que indican los pasos o fases a seguir para resolver un problema; los demás fases fueron mencionados con diferentes vocabularios (sinónimos) por los autores; por lo tanto, en cualquier problema se pueden identificar cuatro etapas o fases: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y revisión de la solución; señalado también estas cuatro fases en otras investigaciones (Molina et al., 2020; Polya, 1945; Voogt et al., 2015). Para cada una de las cuatro fases de resolución de problemas existen similitud o equivalencias identificadas en el estudio; por ejemplo, la

fase de comprensión del problema es similar o equivalente a la fase de “comprensión/definición”, “reconocimiento del problema”, “simplificación del problema”, “decisión sobre el objeto”, “comprensión del problema”, “identificación/comprensión del problema” e “identificación del problema”; la fase de elaboración del plan es similar a la fase de “planificación”, “desarrollo de estrategias de solución”, “división del problema en partes más pequeñas/lista de pasos para resolver”, “formulación de la solución/división de problemas complejos”, “plan y monitoreo”, “desglose del problema principal” y “selección de estrategias”; la fase de ejecución del plan es similar o equivalente a la fase de “diseño y codificación”, “diseño paso a paso para resolver el problema”, “ejecución”, “desarrollo de soluciones/ implementación” y “ejecución de estrategias”; mientras la fase de revisión de la solución es equivalente a la fase de “evaluación”, “evaluación de la solución”, “identificación para corregir errores”, “verificación/reflexión”, “validación” y “revisión de los resultados”. En la Tabla 2 se muestra el resumen de la relación entre las cuatro fases de resolución de problemas y las cinco habilidades claves del pensamiento computacional.

FASES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	HABILIDADES DE PENSAMIENTO COMPUTACIONAL				
	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
Comprensión del problema	X				
Elaboración del plan		X	X		
Ejecución del plan				X	
Revisión de la solución					X

Tabla 2 – Resumen de relación de fases de resolución de problemas y habilidades del pensamiento computacional

3. Metodología

Los participantes en la investigación fueron 37 alumnos de la carrera de ingeniería industrial de la Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo (UNAT) y 49 alumnos de la carrera de ingeniería de sistemas de la Universidad Nacional de Huancavelica (UNH), ambas carreras ubicadas en la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica, situada en los Andes del Perú. Los participantes fueron estudiantes de reciente ingreso a la UNAT y UNH en el periodo 2021-II y 2022-I, respectivamente; estudiantes que cursaron el primer año de estudios en la universidad.

Para conocer las habilidades iniciales del pensamiento computacional de los alumnos recién ingresantes, se utilizaron 05 reactivos sobre pensamiento computacional (Rojas, 2019); estos reactivos están relacionados con las habilidades de descomposición, abstracción, generalización, diseño algorítmico y evaluación del pensamiento computacional.

El instrumento utilizado para la recolección de datos correspondiente a las habilidades del pensamiento computacional, es el Test de Pensamiento Computacional (TPC) de Román-Gonzalez (2015); test validado en criterio y convergencia; inicialmente (versión 1.0) el instrumento estaba compuesto de 40 ítems de longitud; actualmente, el

instrumento cuenta con 28 ítems (versión 2.0); cada uno de los 28 ítems está diseñado y caracterizado en cinco ejes (concepto computacional abordado, entorno-interfaz del ítem, estilo de las alternativas de respuesta, existencia o inexistencia de anidamiento y tarea requerida). Tratándose de alumnos de reciente ingreso y en su mayoría provenientes de colegios rurales con baja calidad educativa, el instrumento se adecua correctamente al nivel cognitivo de los estudiantes de reciente ingreso a la universidad, que oscilan con edades de 16 y 17 años en su mayoría.

El instrumento para la recolección de datos correspondiente a la resolución de problemas está basado en la propuesta de Molina et al., 2020; Ortega & Asensio (2021); estructurado de acuerdo al método de resolución de problemas de Polya (1945); este método está compuesto por cuatro fases: comprensión del problema, elaboración del plan, ejecución del plan y verificación de la solución; formado por 22 ítems en total. La fase de comprensión del problema consta de 7 ítems, la fase de elaboración del plan por 5 ítems, la fase ejecución del plan por 5 ítems y la fase de revisión de la solución por 7 ítems; cada ítem es contestado según la escala de Likert, donde un 1 es un “no” y un 5 es un “sí”; mientras los valores intermedios tomando los valores según el grado de acuerdo o desacuerdo.

Para el procesamiento de datos obtenidos de la investigación se utilizó las herramientas estadísticas, como la estadística descriptiva (media y desviación estándar); así, también, la estadística inferencial (correlación de Pearson) para correlacionar las habilidades del pensamiento computacional y la resolución de problemas. La herramienta informática para la interpretación de datos se utilizó el software estadístico SPSS en su versión 25.

4. Resultados

4.1. Estrategia educativa mediante propuesta de proyectos tecnológicos

Ante de asignar los proyectos tecnológicos al grupo de alumnos, al inicio de los semestres o periodos académicos 2021-II y 2022-I se aplicaron un test inicial en base a 5 reactivos para conocer las habilidades preliminares del pensamiento computacional en los alumnos de reciente ingreso a la universidad. En la Tabla 3 se muestran los proyectos tecnológicos propuestos a los alumnos de acuerdo a los resultados obtenidos en el test inicial; esta forma de distribución de los proyectos tecnológicos, es con la finalidad de que los integrantes de cada grupo inicien con las mismas competencias (ritmos, estilos y procesos de aprendizaje), para que así puedan tener las mismas oportunidades de ejecutar las actividades de los proyectos; así, también, el docente pueda utilizar diversas estrategias educativas para satisfacer las necesidades académicas de cada grupo. Los proyectos tecnológicos están relacionados con la problemática del contexto de los estudiantes.

Resultados test inicial	ID	Proyectos tecnológicos 2021-II
Respuestas correctas	P1-2021	Monitoreo de la producción de hortalizas en invernaderos en la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
	P2-2021	Implementación de un prototipo de monitoreo del nivel del agua en el reservorio de Viñas de la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja

Resultados test inicial	ID	Proyectos tecnológicos 2021-II
1 respuesta incorrecta	P3-2021	Implementación de un sistema de control y seguridad en un mercado de abastos
2 respuestas incorrecta	P4-2021	Prototipo de apagado y encendido automático de alumbrado público para la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
3 respuestas incorrecta	P5-2021	Pizarra inteligente para el aprendizaje en aulas unidocentes de la ciudad de Pampas de la región Huancavelica
4 respuestas incorrectas	P6-2021	Monitoreo de residuos sólidos en la ciudad de pampas
Resultados test inicial	ID	Proyectos tecnológicos 2022-I
Respuestas correctas	P1-2022	Juegos de leds en la enseñanza de operaciones matemáticas básicas para estudiantes de educación primaria de la ciudad de pampas de la región de Huancavelica
	P2-2022	Prototipo de alarma de detección automática de distancia para vehículos en la región de Huancavelica
1 respuesta incorrecta	P3-2022	Bastón inteligente con sensores para personas con discapacidad visual en la ciudad de Pampas -Huancavelica
2 respuestas incorrecta	P4-2022	Monitoreo de la temperatura y humedad con un sistema de riego automatizado en la producción de vegetales en la ciudad de Pampas de la provincia de Tayacaja de la región Huancavelica
	P5-2022	Sistema de seguridad de animales en la región de Huancavelica
3 respuestas incorrecta	P6-2022	Monitoreo y control de humedad y temperatura en el invernadero en la región de Huancavelica
	P7-2022	Casa domótica para la seguridad y tranquilidad de los hogares en la ciudad de Pampas, Tayacaja
4 respuestas incorrectas	P8-2022	Implementación de un prototipo de bioseguridad frente al covid-19 en la escuela profesional de ingeniería de sistemas
	P9-2022	Monitoreo de los residuos sólidos en los domicilios de la ciudad de Pampas Tayacaja Huancavelica

Tabla 3 – Propuesta de proyectos tecnológicos

La ejecución de los proyectos tecnológicos se desarrolló durante 16 semanas en el aula, siguiendo las cuatro fases de resolución de problemas, para ambos semestres. Las actividades de la fase de comprensión del problema, se distribuyó en 5 semanas; en esta fase el docente de aula ha desarrollado ejercicios sobre abstracción; los alumnos presentaron el planteamiento del problema de sus proyectos a través de organizadores visuales. Las actividades de la fase de elaboración del plan, tuvo una duración de 2 semanas; en esta fase el docente ha desarrollado ejercicios de descomposición y generalización; los alumnos identificaron actividades de otros proyectos para utilizarlo en sus proyectos, donde presentaron un conjunto de actividades para solucionar el problema identificado. Las actividades de la fase de ejecución del plan, tuvo una duración de 5 semanas; en esta fase el docente ha desarrollado ejercicios prácticos

sobre diseño algorítmico aplicado a las tareas comunes de las personas (Bordignon & Iglesias, 2018); así también ejercicios utilizando el entorno de programación mBlock, placa Arduino y usos de sensores (temperatura, humedad, ultrasonido, luz, obstáculo, etc.); los alumnos presentaron avance de sus proyectos, donde han mostrado programas en mBlock, implementaciones de circuitos, programación de microcontroladores y sensores. Las actividades de la fase de revisión de la solución, tuvo una duración de 1 semana; los alumnos evaluaron el funcionamiento de sus prototipos; el docente realizó retroalimentación para mejorar el funcionamiento de sus prototipos. En la Figura 1 se muestran los resultados de los proyectos tecnológicos ejecutados identificados por su ID, que consisten en prototipos desarrollados por los alumnos en el semestre 2021-II y 2022-I, que incluyen componentes de hardware y software.

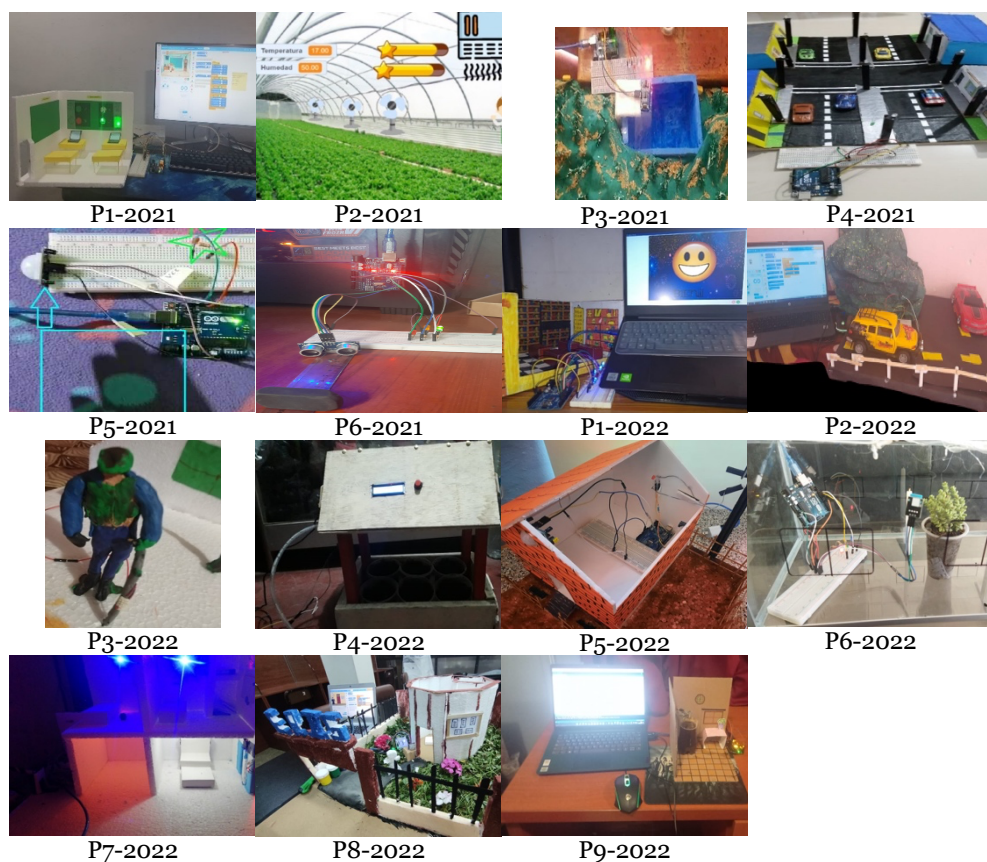


Figura 1 – Resultados de los proyectos tecnológicos ejecutados en el periodo 2021-II y 2022-I

4.2. Evaluación del pensamiento computacional y resolución de problemas

En el semestre 2021-II, los datos recolectados de las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas corresponden a 37 alumnos de la

carrera de ingeniería industrial; mientras, para el semestre 2022-I los datos recolectados corresponden a 49 alumnos de la carrera de ingeniería de sistemas. En la Tabla 4 se muestran la confiabilidad según el alfa de Cronbach de los datos recolectados en relación al pensamiento computacional y resolución de problemas.

Pensamiento computacional		
Semestre	Alfa de Cronbach	N de elementos
2021-II	0,793	28
2022-I	0,799	28
Resolución de problemas		
Semestre	Alfa de Cronbach	N de elementos
2021-II	0,965	24
2022-I	0,924	24

Tabla 4 – Alfa de Cronbach de los datos recolectados

La evaluación de las habilidades del pensamiento computacional se realizó a través de test de Román-Gonzalez (2015); donde, las habilidades están relacionadas con los 28 ítems del test (Puhlmann, 2017; Viale & Deco, 2019): abstracción (1-3, 7, 11-15, 21-23 y 25-28), descomposición (4-7, 10-13, 15, 21-23 y 25-28), generalización (4-6, 8-12, 14, 15, 17-18, 20, 22, 23 y 25-28), diseño algorítmico (1-28) y evaluación (3, 7, 10, 11, 15, 16, 19, 20 y 23-28). En la Figura 2 se muestran los promedios de los porcentajes acertados de la cantidad de ítems de las habilidades de pensamiento computacional en el semestre 2021-II y 2022-I; en este último semestre los alumnos acertaron más del 60% de habilidades; se observa también, en el periodo 2021-II, el mayor porcentaje de habilidad acertada es abstracción, seguido de diseño algorítmico, generalización, descomposición y evaluación; mientras para el semestre 2022-I, el mayor porcentaje de habilidad acertada es diseño algorítmico, seguido de generalización, evaluación, abstracción y descomposición

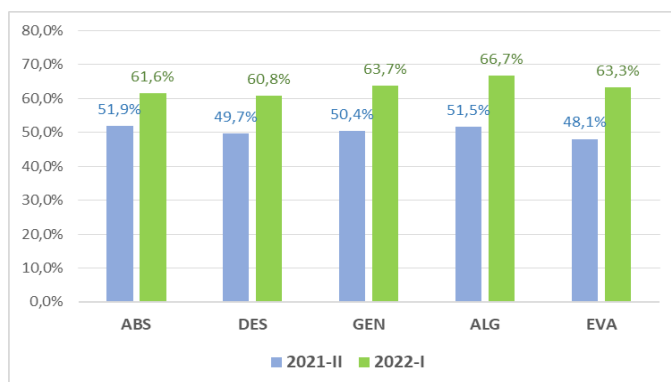


Figura 2 – Promedios de los porcentajes acertados del pensamiento computacional

Para la evaluación de las fases de resolución de problemas, se recolectaron datos según la escala de Likert, donde un 1 es un “no” y un 5 es un “sí”; mientras los valores intermedios tomando los valores según el grado de acuerdo o desacuerdo. En la Tabla 5 se muestran los promedios valorados para cada fase de resolución de problemas por los alumnos en el semestre 2021-II y 2022-I; las fases de resolución de problemas están abreviadas: PRO=Comprensión del problema, ELA=Elaboración del plan, EJE=Ejecución del plan y REV=Revisión de la solución. Para el periodo 2021-II, la fase de comprensión del problema es la que presenta mejor valoración, seguido de la revisión de solución, ejecución del plan y elaboración del plan; con respecto a la desviación estándar, la fase de comprensión del problema tiene el menor valor (0.73152), seguido de elaboración del plan (0.87987), revisión de la solución (0.91321) y ejecución del plan (0.91936). Para el periodo 2022-I; la fase de ejecución del plan es la que presenta mejor valoración por los alumnos, seguido de comprensión del problema, revisión de solución y elaboración del plan; con respecto a la desviación estándar, la fase de revisión de la solución tiene el menor valor (0.68461), seguido de comprensión del problema (0.68602), ejecución del plan (0.69586) y elaboración del plan (0.74024). Se observa que para los semestres 2021-II y 2022-I, el promedio de las fases de resolución de problemas son casi homogéneos en su valoración según la escala de Likert.

	2021-II			2022-I		
	N	Media	Desviación estándar	N	Media	Desviación estándar
PRO	37	3,5981	0,73152	49	3,6765	0,68602
ELA	37	3,3838	0,87987	49	3,2531	0,74024
EJE	37	3,5243	0,91936	49	3,7510	0,69586
REV	37	3,5246	0,91321	49	3,5133	0,68461

Tabla 5 – Promedio total de la fase de resolución de problemas

4.3. Evaluación de la correlación de Pearson entre la resolución de problemas y el pensamiento computacional

En la Tabla 6 se muestran los resultados de la prueba estadística de correlación de Pearson entre las habilidades del pensamiento computacional y las fases de resolución de problemas. Para el periodo 2021-II, se observa que existe correlación moderada positiva entre la fase de ejecución del plan y la habilidad de diseño algorítmico; entre la fase de revisión de la solución y la habilidad de evaluación existe una correlación débil positiva; entre la fase de comprensión del problema y la habilidad de abstracción existe una correlación débil positiva; entre la fase de elaboración del plan y las habilidades de descomposición y generalización no existen correlación. Para el periodo 2021-II, se observa que existe correlación moderada positiva entre la fase de ejecución del plan y la habilidad de diseño algorítmico; entre la fase de revisión de la solución y la habilidad de evaluación existe una relación débil positiva; entre la fase de comprensión del problema y la habilidad de abstracción existe una relación débil positiva; entre la fase de elaboración

del plan y las habilidades de descomposición y generalización existen una correlación débil positiva.

		2021-II					2022-I				
		ABS	DES	GEN	ALG	EVA	ABS	DES	GEN	ALG	EVA
PRO	Correlación de Pearson	0,352*					0,366**				
	Sig. (bilateral)	0,033					0,010				
	N	37					49				
ELA	Correlación de Pearson		0,292	0,287				0,340*	0,339*		
	Sig. (bilateral)		0,079	0,085				0,017	0,017		
	N		37	37				49	49		
EJE	Correlación de Pearson				0,491**					0,492**	
	Sig. (bilateral)				0,002					0,000	
	N				37					49	
REV	Correlación de Pearson					0,381*					0,415**
	Sig. (bilateral)					0,020					0,003
	N					37					49

**. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral).

*. La correlación es significativa en el nivel 0.05 (bilateral).

Tabla 6 – Correlación de Pearson

5. Discusiones

De acuerdo a los resultados estadísticos de la correlación de Pearson, la habilidad de abstracción del pensamiento computacional está relacionada con la fase de comprensión del problema de resolución de problemas; este primer fase de comprensión del problema contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de abstracción (Ubaidullah et al., 2021); se ha observado que los alumnos representaron la problemática del proyecto en mapas mentales, caracterizando su representación en algo simple el problema complejo; por lo tanto, la abstracción es pensar en el mapeo de una representación básica a una representación nueva pero más simple (Liu & Wang, 2010). La fase de elaboración del plan de resolución de problemas no está correlacionada con las habilidades de descomposición y generalización en el semestre 2021-II; si bien es cierto no existe correlación, pero los alumnos en esta fase de elaboración del plan, planificaron la solución del problema dividiendo en varios subproblemas manejables, donde planificaron la adquisición de dispositivos electrónicos, el diseño del hardware,

la implementación del hardware, la elaboración de programas, etc., lo que refleja de cerca las características de la habilidad de descomposición (Jeng et al., 2019; Weese & Feldhausen, 2017); por lo tanto, la actividad de la elaboración del plan contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de descomposición; también la fase de elaboración del plan contribuiría en el desarrollo de la habilidad de generalización, esto se corroboró con las actividades realizados por los alumnos, como la identificación de actividades similares (reconocimiento de patrones) en otros proyectos, del cual extrajeron parte de la solución para aplicarlos a sus proyectos (Kale & Yuan, 2021). La habilidad de diseño algorítmico está correlacionada con la fase de ejecución del plan; esta fase contribuiría positivamente en el desarrollo de la habilidad de diseño algorítmico; donde los alumnos ejecutaron las actividades de manera ordenada y paso a paso; implementaron la placa Arduino con sensores, elaboraron algoritmos, depuraron programas, etc.; esta forma de trabajar de manera ordenada y paso a paso son características propias del diseño algorítmico (Rabiee & Tjoa, 2017). La habilidad de evaluación está correlacionada con la fase de revisión de la solución; la fase de revisión de la solución contribuiría de manera positiva en el desarrollo de la habilidad de evaluación; se ha observado que los estudiantes al programar mediante mBlock la placa Arduino y sensores, fueron probando y corrigiendo constantemente hasta obtener los resultados esperados, según los criterios de legibilidad y optimización; por lo tanto, los estudiantes podrían desarrollar su habilidad de evaluación, considerado importante para desarrollar de manera eficaz y efectivo programas para computadoras; así como la implementación de hardware aplicado a cualquier contexto (Pedaste et al., 2019; Ubaidullah et al., 2021)

6. Conclusiones

La ejecución de los proyectos tecnológicos siguiendo las fases de resolución de problemas han contribuido en el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. El uso de los recursos tecnológicos, como la placa Arduino, sensores electrónicos y software mBlock para resolver problemas del contexto de su ciudad o región, motivaron a los alumnos a realizar actividades, como la elaboración de algoritmos, programación de la placa Arduino, configuración de sensores y desarrollo de una interfaz amigable y lúdica mediante el mBlock; así como la depuración de programas hasta obtener los resultados esperados; este conjunto de actividades, repercutieron en los procesos cognitivos de los alumnos (razonamiento, toma de decisiones, comprensión del entorno, lógica, etc.); así también en las prácticas y perspectivas tecnológicas. Estas actividades fácilmente se podrían desarrollar en los cursos de algoritmos, introducción a la programación, gestión de la información y cursos afines, y serían una plataforma práctica para ayudar a los alumnos a adquirir una habilidad importante en el contexto actual del siglo XXI, no solo en alumnos de ingeniería, sino en otras disciplinas, como ciencias sociales, comunicaciones, artes, etc.

La resolución de problemas utilizando los recursos tecnológicos fomenta el desarrollo del pensamiento computacional en los alumnos de ingeniería de reciente ingreso a la universidad. Para obtener los resultados óptimos en el desarrollo de las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos, el docente del aula debe monitorear

constantemente la ejecución de los proyectos en cada etapa o fase de la resolución de problemas; así también el docente debe realizar retroalimentación en las actividades del proyecto; más aún en estudiantes que provienen de las zonas alejadas o rurales, que muchas veces interactúan por primera vez con dispositivos electrónicos y software de programación.

Durante la aplicación de la estrategia educativa en el aula a través de los proyectos tecnológicos para el desarrollo del pensamiento computacional, se recomienda aplicar un test inicial para conocer las habilidades del pensamiento computacional en los alumnos de reciente ingreso a la universidad; según los resultados del test se deberían formar grupos o equipos de trabajo para ejecutar el proyecto en el aula; de esta manera se tendrá grupos con integrantes homogéneos con similares ritmos, estilos y procesos de aprendizaje; además, el docente podrá utilizar diversas estrategias educativas para satisfacer las necesidades académicas de cada grupo.

Referencias

- Alegre, F., Moreno, J., Dawson, T., Tanjong, E. E., & Kirshner, D. H. (2020). Computational Thinking for STEM Teacher Leadership Training at Louisiana State University. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/RESPECT49803.2020.9272455>
- Barr, B. V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bordignon, F., & Iglesias, A. (2018). Introducción al Pensamiento Computacional. En, Innovación y Práctica para el Aprendizaje. EDUCAR S.E. <https://unipe.educar.gob.ar/unipe>
- da Silva, T. S. C., de Melo, J. C. B., & Tedesco, P. (2020). The creative process in the development of computational thinking in higher Education. En, *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education* (Vol. 1, pp. 215-226). SciTePress. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091441415&partnerID=40&md5=ed29efdb47cec9249a9c71fcc5e58648>
- Fang, A.-D., Chen, G.-L., Cai, Z.-R., Cui, L., & Harn, L. (2017). Research on blending learning flipped class model in colleges and universities based on computational thinking - «Database principles» for example. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 5747-5755. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01024a>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Harangus, K., & Kátai, Z. (2020). Computational thinking in secondary and higher Education. *Procedia manufacturing*, 46,615-622. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.088>

- Iversen, O. S., Smith, R. C., & Dindler, C. (2018). From Computational Thinking to Computational Empowerment: A 21 st Century PD Agenda. <https://doi.org/10.1145/3210586.3210592>
- Iwata, M., Laru, J., & Mäkitalo, K. (2020). Designing problem-based learning to develop computational thinking in the context of K-12 maker education. *CEUR Workshop Proceedings*, 2755, 103-106.
- Jeng, H. L., Liu, L. W., & Chen, C. N. (2019). Developing a Procedural Problem-solving-based Framework of Computational Thinking Components. *Proceedings - 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2019*, 272-277. <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2019.00061>
- Kale, U., & Yuan, J. (2021). Still a New Kid on the Block? Computational Thinking as Problem Solving in Code.org. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 620-644. <https://doi.org/10.1177/0735633120972050>
- Kules, B. (2016). Computational thinking is critical thinking: Connecting to university discourse, goals, and learning outcomes. *Proceedings of the Association for Information Science and Technology*, 53(1), 1-6. <https://doi.org/10.1002/praz.2016.14505301092>
- Kwon, K., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Brush, T. A., Jeon, M., & Yan, G. (2021). Integration of problem-based learning in elementary computer science education: effects on computational thinking and attitudes. *Educational Technology Research and Development*, 69, 2761-2787. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10034-3>
- Liu, J., & Wang, L. (2010). Computational thinking in discrete mathematics. 2nd International Workshop on Education Technology and Computer Science, ETCS 2010, 1, 413-416. <https://doi.org/10.1109/ETCS.2010.200>
- Maharani, S., Kholid, M. N., NicoPradana, L., & Nusantara, T. (2019). Problem Solving in the Context of. *Infinty: Journal of Mathematics Education*, 8(2), 109-116.
- Marais, C., & Bradshaw, K. (2015). Problem-solving ability of first year CS students: A case study and intervention. *Proceedings of the 44th Conference of the Southern African Computer Lecturers' Association (SACLA)*, July, 154-160.
- Mayoral, S., Roca, M., Timoneda, C., & Serra, M. (2015). Mejora de la capacidad cognitiva del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Aula Abierta*, 43(1), 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.aula.2014.10.001>
- Molina, Á., Adamuz, N., & Bracho, R. (2020). La resolución de problemas basada en el método de Polya usando el pensamiento computacional y Scratch con estudiantes de Educación Secundaria. En, *Handbook of Educational Psychology*, (pp. 287-303).
- Morales, J. B., Sánchez, H., & Rico, M. (2021). Aprendizaje divertido de programación con Gamificación. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (41), 17-33. <https://doi.org/10.17013/RISTI.41.17-33>

- Neo, C. H., Wong, J. K., Chai, V. C., Chua, Y. L., & Hoh, Y. H. (2021). Computational Thinking in Solving Engineering Problems – A Conceptual Model Definition of Computational Thinking. *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 11(1), 24-31. <https://doi.org/10.37134/ajatel.vol11.2.3.2021>
- Ortega, B., & Asensio, M. (2021). Evaluar el Pensamiento Computacional mediante Resolución de Problemas: Validación de un Instrumento de Evaluación. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 14(1), 153-171. <https://doi.org/10.15366/riee2021.14.1.009>
- Paucar-Curasma, R., Villalba-condori, K. O., Jara, N., Quispe, R., Cabrera, J., & Ponce-Aguilar, M. (2021). Computational Thinking and Block-Based Programming for Beginning Engineering Students : Systematic Review of the Literature. En, XVI Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), 530-533.
- Pedaste, M., Palts, T., Kori, K., Sörmus, M., & Leijen, Ä. (2019). Complex problem solving as a construct of inquiry, computational thinking and mathematical problem solving. En, *Proceedings - IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies, ICAALT 2019*, 227-231. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2019.00071>
- Picie-Alcaraz, I., Olivares-Zepahua, B. A., López-Martínez, I., Romero-Torres, C., & Reyes-Hernández, L. Á. (2021). Herramienta para la Enseñanza de la Programación usando Elementos Gráficos. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (41), 50-62. <https://doi.org/10.17013/risti.41.50-62>
- Polya, G. (1945). *How to Solve It* (2da ed.). Princeton University Press, Doubleday Anchor Books.
- Puhlmann, C. (2017). Desenvolvimento do pensamento computacional através de atividades desplugadas na educação básica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Rabiee, M., & Tjoa, M. (2017). From Abstraction to Implementation: Can Computational Thinking Improve Complex Real-World Problem Solving? A Computational Thinking-Based Approach to the SDGs Maryam. *International Federation for Information Processing*, 104-116.
- Rojas, A. (2019). Escenarios de aprendizaje personalizados a partir de la evaluación del pensamiento computacional para el aprendizaje de competencias de programación mediante un entorno b- Learning y gamificación .
- Román-Gonzalez, M. (2015). Test de pensamiento computacional: Principios de diseño, validación de contenido y análisis de ítems9. <https://www.researchgate.net/publication/288341872%0ATest>
- Román-González, M. (2022). Pensamiento computacional: un constructo que llega a la madurez. *Aula Magna* 2.0.
- Sáez-López, J. M., Buceta, R., & García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>

- Selby, C. C. (2015). Relationships: Computational thinking, Pedagogy of programming, And bloom's taxonomy. ACM International Conference Proceeding Series, 09(11), 80-87. <https://doi.org/10.1145/2818314.2818315>
- Sobreira, P. D. L., Abijaude, J. W., Viana, H. D. G., Santiago, L. M. S., Guemhioui, K. E., Wahab, O. A., & Greve, F. (2020). Usability evaluation of block programming tools in IoT contexts for initial engineering courses. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. <https://doi.org/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149481>
- Sunkel, G., & Trucco, D. (2010). TIC para la educación en América Latina. Riesgos y oportunidades. En, CEPAL - Serie Políticas Sociales N° 200.
- Svarre, T., & Burri, S. (2019). Problem based learning: A facilitator of computational thinking. Proceedings of the European Conference on e-Learning, ECEL, 2019-Novem, 260-267. <https://doi.org/10.34190/EEL.19.150>
- Trucco, D. (2016). Educación y desigualdad en América Latina. En, Serie Políticas Sociales No. 200. <https://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12799/3053/EducacionydesigualdadenAL.pdf>
- Ubaidullah, N. H., Mohamed, Z., Hamid, J., Sulaiman, S., & Yussof, R. L. (2021). Improving novice students' computational thinking skills by problem-solving and metacognitive techniques. International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 20(6), 88-108. <https://doi.org/10.26803/IJLTER.20.6.5>
- Viale, P., & Deco, C. (2019). Introduciendo conocimientos sobre el Pensamiento Computacional en los primeros años de las carreras de ciencia , tecnología , ingeniería y matemáticas. *Energeia*, 16(16), 73-78.
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Weese, J. L., & Feldhausen, R. (2017). STEM outreach: Assessing computational thinking and problem solving. ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings, 2017-June. <https://doi.org/10.18260/1-2--28845>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 267-271.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions A*, 366, 3717-3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>

Um Inquérito para Verificação da Cibersegurança nas Organizações Públicas Municipais em Portugal

Teófilo T Branco Jr¹, Isabel Celeste da Fonseca¹

teofilotb@hotmail.com; isabel.uminho@gmail.com

¹ Universidade do Minho, Escola de Direito, Campus de Gualtar, CP 4710-057, Braga, Portugal

DOI: 10.17013/risti.48.41–58

Resumo: A estrutura tecnológica das organizações expandiu-se e o número de utilizadores aumentou consideravelmente com o avanço na digitalização dos serviços. Por conseguinte, é necessário implementar medidas de segurança para preservar as ameaças e riscos relacionados com a segurança dos dados. Para isso, foi desenvolvido um inquérito com o objetivo de fornecer um panorama da situação em que se encontra a segurança cibernética nas organizações contendo os principais pontos de controlo a serem observados. Este trabalho foi realizado com base na revisão da literatura e entrevistas com especialistas. O objetivo deste inquérito é possibilitar a verificação dos quesitos relacionados com a cibersegurança nos órgãos da administração de governos municipais para que estes se previnam melhor dos ciber ataques.

Palavras-chave: Cibersegurança; Governo Eletrónico; Lei de Segurança Cibernética; Privacidade de Dados; Segurança da Informação.

A Survey to Verify Cybersecurity in Municipal Public Organizations in Portugal

Abstract: The technological structure of organizations has expanded, and the number of users has increased considerably with the advance in the digitalization of services. Therefore, it is necessary to implement security measures to preserve the threats and risks related to data security. To this end, a survey was developed to provide an overview of the cybersecurity status quo in organizations containing the main control points to be observed. This work was carried out based on a literature review and expert interviews. The objective of this survey is to enable the verification of cybersecurity-related issues in the administrative organs of municipal governments so that they can better prevent cyber attacks.

Keywords: Cybersecurity; Cybersecurity Law; Data Privacy; e-Government; Security Information.

1. Introdução

Um estudo da Capgemini, juntamente com o IDC e o Instituto Politécnico de Milão, sobre o nível dos serviços de governo eletrônico na Europa, foi publicado no eGovernment

Benchmark 2021 (European Commission & DG CONNECT, 2021) . Ele revelou que a situação pandêmica causada pela COVID-19 pressiona os governos europeus a mudar a forma como os serviços públicos de governo são prestados.

Muito serviços anteriormente prestados presencialmente tiveram que migrar para a modalidade “on-line”. O estudo concluiu que mais de oito em cada dez dos serviços públicos avaliados (81%) estão agora disponíveis on-line. O estudo também revela que os governos de toda a Europa fizeram progressos consideráveis na digitalização da prestação de serviços públicos, demonstrando com sucesso sua capacidade de fornecer serviços online adaptados à crise global que surgiu na esteira da pandemia.

Por outro lado, houve também um forte aumento dos casos de ataques cibernéticos em 2019 (Lallie et al., 2021). Os ciber ataques também visaram infraestruturas nacionais críticas, tais como saúde e serviços. Em resposta, em 8 de abril de 2020, o National Cyber Security Center (NCSC) do Reino Unido e a Agência de Segurança Cibernética e Infraestrutura (CISA) do Departamento de Segurança Interna (DHS) dos Estados Unidos publicaram uma assessoria conjunta sobre como os grupos ciber-criminosos e as ameaças persistentes avançadas (APT) estavam explorando a pandemia da COVID-19. Esta assessoria discutiu plataformas de phishing, malware e comunicações (por exemplo, Zoom, Microsoft Teams, e outros). Os ataques foram relatados por governos, organizações de segurança, e equipes de incidentes (Lallie et al., 2021).

Há uma diversidade de alvos de ameaças cibernéticas, desde instituições públicas até cidadãos comuns. Entretanto, os principais alvos dos ataques estão inter-relacionados. Por exemplo, as ameaças cibernéticas em instituições governamentais são geralmente centradas em seus sistemas de informação. As implicações podem ser catastróficas porque, entre estas instituições, podem existir hospitais, escolas e até mesmo usinas de energia nuclear (Carvalho et al., 2020).

De acordo com (Lallie et al., 2021), como o crime tradicional, o crime cibernético é frequentemente descrito pelo triângulo do crime envolvendo três fatores: uma vítima, motivo e oportunidade. A vítima é o alvo. A razão é o aspeto que leva o criminoso a cometer o ataque e a oportunidade é a vulnerabilidade que existe para que o crime seja alcançado. Embora hoje os ataques se tenham tornado mais sofisticados e direcionados a vítimas específicas, também prevalecem os ataques oportunistas não direcionados. Um ataque oportunista explora as vítimas, geralmente na engenharia social, onde os ganchos criam estas vulnerabilidades. Assim, podemos definir a palavra “gancho” como qualquer mecanismo usado para enganar uma vítima a cair na armadilha de um ataque. Estes ganchos aproveitam a distração, a falta de critérios, controles e outros fatores administrativos e humanos.

Embora também ocorram ataques envolvendo vulnerabilidades técnicas em software e hardware e não apenas em aspetos humanos, os atacantes também tentam aproveitar todas as oportunidades. Consequentemente, várias diretrizes e recomendações também foram publicadas para proteger contra ataques ao exemplo de entidades como ENISA, FTC, NCSC, e NIST (Lallie et al., 2021).

Neste artigo, são apresentados os estudos que orientaram o desenvolvimento deste instrumento e as expectativas de sua aplicação nas organizações públicas municipais.

1.1. Objetivos da investigação

O objetivo deste estudo é fornecer informações sobre as condições atuais e desejadas para preparar as condições necessárias para a transição para cidades inteligentes. A partir da compreensão amadurecida da Governança Eletrônica, será possível elaborar um plano global para a transição digital dos governos locais (Fonseca, 2020).

Neste sentido, a identificação de pontos de controle relacionados aos princípios de cibersegurança é um indicador importante. Através deste modelo de verificação, é possível identificar riscos, aumentar a conscientização das administrações locais, propor recomendações e ajudar na concepção de projetos para corrigir as lacunas existentes. Além disso, as análises e opiniões dos especialistas envolvidos podem justificar a obtenção dos recursos necessários para implementar as medidas necessárias.

1.2. Metodologia

Esta investigação explora a perceção do gerenciamento de TI sobre a situação atual de cibersegurança na infraestrutura de conectividade local e no gerenciamento de recursos de TI. Esta perceção proporciona uma compreensão dos princípios e recomendações para preservar a segurança dos sistemas de informação. Também destaca a necessidade de melhorar os procedimentos, técnicas e a aquisição de tecnologias para monitorar e controlar a segurança cibernética pela gerência local nas organizações.

Foram empregadas técnicas como revisão de literatura, entrevistas com administradores de TI e especialistas. Como resultado, foi desenvolvido um modelo de verificação para identificar lacunas relacionadas aos princípios e boas práticas relativas à cibersegurança.

Para o atingimento dos objetivos deste estudo, foram formuladas as seguintes questões de pesquisa:

Q1: Quais são as principais recomendações relativa a cibersegurança da comunidade científica, entidades governamentais e não governamentais?

Q2: Como verificar se a cibersegurança nas organizações públicas está em conformidades com as recomendações e legislação pertinentes?

2. Referencial Teórico

A evolução tecnológica alcançada nos últimos tempos proporciona condições para a criação de soluções envolvendo conceitos inovadores e o potencial a ser aplicado no setor governamental, promovendo a interface entre o cidadão e a estrutura do governo local através da digitalização dos serviços públicos. Além de terem a capacidade de proporcionar melhor eficiência operacional, estas soluções podem oferecer economia de recursos através da otimização de processos. Entretanto, no contexto dos recursos tecnológicos, as ameaças de ataque a este cenário digital também estão melhorando através de formas cada vez mais evoluídas de crime no mundo cibernético. Portanto, os riscos de crimes cibernéticos devem ser compreendidos e mitigados.

A solução proposta neste estudo explora conceitos e tecnologias como governo eletrônico e segurança cibernética para melhorar e otimizar a gestão administrativa de governos locais e entidades privadas. Para entender melhor o potencial proporcionado por estes

conceitos tecnológicos, sociais e inovadores, procuramos identificar alguns trabalhos que abordam estes conceitos. Este referencial tem o objetivo de esclarecer detalhes essenciais na aplicação destas tecnologias sem contexto social e as experiências de lições descritas em artigos académicos e recomendações de entidades especializadas. A Tabela 1 relaciona o referencial teórico utilizado neste estudo.

Tema	Referência
Estudo sobre alavancagem de crimes cibernéticos com dispositivos interconectados	(Reyes-Menendez et al., 2020)
Revisão da Literatura sobre as perspetivas de risco consideradas na implementação do conceito de cidades inteligentes.	(Sharif & Pokharel, 2022)
Revisão da Literatura sobre os riscos em atividades típicas on-line	(Wirtz & Weyerer, 2016)
Objetivos estratégicos para o alinhamento com a Comissão Europeia de Segurança Cibernética	(Carvalho et al., 2020)
Análise do Regime de Segurança do Ciberespaço em Portugal (Lei nº 46/2018, de 13 de agosto)	(Osório De Barros, 2018)
ISO/IEC 27002:2022 é um documento que fornece um conjunto de referência de controlos genéricos de segurança da informação sobre segurança da informação, segurança cibernética e proteção da privacidade	(International Organization for Standardization - ISO, n.d.)
Documento “National Cyber Security Strategies (NCSS)”, onde são estabelecidos os princípios estratégicos, diretrizes, objetivos e medidas específicas para mitigar o risco associado à cibersegurança.	(E. U. A. for C. ENISA, n.d.)

Tabela 1 – Referencial Teórico

2.1. Revisão da Literatura

(Reyes-Menendez et al., 2020) fazem uma revisão da literatura sobre o crescimento exponencial do número de cibercrimes no ambiente digital de negócios, com o objetivo de identificar o risco de invasão nos sistemas e dispositivos de Internet das Coisas (IoT). Os autores propõem soluções que possam evitar ciber ataques em reforço a segurança cibernética neste ambiente.

Um estudo de revisão de literatura realizado por (Sharif & Pokharel, 2022) aborda as perspetivas de risco consideradas na implementação do conceito de cidades inteligentes. Os autores sustentam que se tais riscos não forem compreendidos e tratados, eles podem criar problemas em termos de privacidade e segurança e, portanto, afetar o funcionamento das cidades inteligentes. Neste estudo, os riscos das cidades inteligentes são relacionados à tecnologia, à organização e ao meio ambiente externo.

Os riscos técnicos estão relacionados à tecnologia e sua implementação, tais como os riscos associados à IdC, BigData e IA como os mais importantes.

O estudo conduzido mostra que os riscos não técnicos têm um efeito perceptível na implementação e operação de cidades inteligentes. Eles destacam questões relacionadas

à governança e diferenças legais e organizacionais entre os setores público e privado em cidades inteligentes. Os riscos não técnicos são riscos socioeconômicos, de governança e legais e estratégicos (Sharif & Pokharel, 2022). Os autores sustentam que os riscos socioeconômicos incluem a mentalidade tradicional das partes interessadas e dos tomadores de decisão. Implementar o conceito de cidades inteligentes significa gerenciar projetos multidisciplinares que requerem um orçamento considerável, pessoal treinado e exposição tecnológica de cidadãos, tomadores de decisão e profissionais.

Outra preocupação é gerenciar questões legais relacionadas à privacidade dos dados e riscos de proteção de dados dentro de projetos de “cidades inteligentes”.

De acordo com (Wirtz & Weyerer, 2016), as fontes potenciais de risco incluem atividades típicas on-line, tais como navegação na web, comunicação por e-mail, programas de mensagens, acesso a redes sociais e uso de redes sem fio. Em adição, elas também têm mais atividades relacionadas à gestão, tais como terceirização de atividades administrativas para fornecedores privados. Portanto, identificar vulnerabilidades e ameaças e suas potenciais consequências como parte da análise de risco é essencial para implementar medidas de segurança apropriadas.

As preocupações de segurança dos funcionários de TI da administração pública e dos cidadãos representam outro fator de risco que caracteriza o estado de segurança cibernética no setor público.

Também, de acordo com (Wirtz & Weyerer, 2016), outro fator de risco refere-se à falta de consciência de risco da autoridade superior. Embora a conscientização da segurança deva aumentar em todos os níveis administrativos, pesquisas têm mostrado que a falta de entendimento sobre questões relacionadas à cibersegurança entre os funcionários, especialmente no nível executivo, desempenha um papel crucial na cibersegurança no setor público.

Os autores afirmam que 80% dos acidentes de segurança da informação são resultantes de causas internas. As medidas de proteção cobrem um amplo espectro, desde medidas mais tradicionais, como controles de acesso físico ou treinamento de pessoal, até medidas mais modernas e tecnológicas, como firewall, software antivírus e tecnologias de criptografia. Caso tais medidas de proteção não consigam evitar um ataque cibernético, entra em jogo o gerenciamento de emergência, que é outro tipo crítico de recurso. O gerenciamento de emergências geralmente envolve o desenvolvimento e implementação de planos de ação para reduzir a vulnerabilidade a ameaças e enfrentar o impacto de desastres. Outro fator de risco se refere à experiência profissional e ao conhecimento especializado do pessoal.

Finalmente, o apoio de recursos pelas autoridades sênior tem como um fator de segurança cibernética. O apoio da alta administração está entre os aspetos mais frequentemente mencionados da implementação bem sucedida do sistema informático. No caso da administração pública, a aprovação da autoridade superior é essencial, já que esta última é geralmente responsável pelo fornecimento de fundos e outros recursos necessários para conduzir os projetos e medidas necessárias.

2.2. Objetivos estratégicos para o alinhamento com a Comissão Europeia de Segurança Cibernética

A União Europeia tem uma estratégia para promover a segurança de redes e sistemas de informação em seus estados membros. O principal objetivo é aumentar a capacidade dos governos, cidadãos e instituições para lidar com ciber ataques. A estratégia inclui a definição de procedimentos a serem adotados pelos governos na prevenção e resposta aos ciber ataques, e a cooperação e colaboração internacional entre os estados para combater o crime cibernético (Carvalho et al., 2020).

Na estratégia europeia de segurança de redes e informações, a Comissão Europeia procurou criar legislação para criminalizar tais crimes, aumentar a capacidade de segurança cibernética, promover o intercâmbio de informações entre países e assim estabelecer uma política internacional coerente de segurança cibernética para a União Europeia. A estratégia de segurança cibernética da União Europeia sugere que seus membros devem definir alguns requisitos mínimos padrão. Cada membro deve ter uma rede nacional competente e uma autoridade de segurança da informação, uma equipe de resposta a emergências (CERT) e uma estratégia nacional e um plano de cooperação entre os estados membros (Carvalho et al., 2020).

Outro passo crítico foi a adoção do Regulamento Geral de Proteção de Dados (GDPR), que foi aprovado em 15 de abril de 2016 e entrou em vigor em 25 de maio de 2018 (European Parliament and Council of the European Union, 2016). A GDPR é uma regulamentação legal europeia sobre privacidade e proteção de dados pessoais, aplicável a todos os indivíduos da União Europeia e do Espaço Econômico Europeu (EEE). Seu objetivo é dar aos cidadãos e residentes meios de controlar os dados pessoais. Ela também visa unificar a estrutura reguladora sobre privacidade e proteção de dados pessoais e regular a exportação de dados pessoais para fora da UE e da AEE. A GDPR contém cláusulas e exigências relativas à forma como as informações pessoais são processadas na União Europeia. Ela se aplica a todas as empresas que operam na AEE, independentemente de seu país de origem. Entre outras premissas, ela regulamenta isso: (a) Os dados devem ser armazenados usando pseudonímia ou anonimização completa, com a mais alta privacidade por padrão, de modo que os dados não possam ser disponibilizados sem consentimento explícito e não possam ser usados para identificar alguém sem informações adicionais armazenadas separadamente; (b) o responsável pelo tratamento deve indicar qualquer coleta de dados, indicar qual estrutura legal permite tal coleta, a finalidade do processamento de dados, por quanto tempo os dados serão armazenados e se tais dados serão compartilhados com terceiros fora da União; (c) as autoridades públicas e empresas que se concentram no processamento regular ou sistemático de dados pessoais devem ter um responsável pela proteção de dados (DPO), que é responsável por garantir que o processamento esteja em conformidade com a GDPR (Carvalho et al., 2020).

Com relação à resiliência aos ataques cibernéticos, a UE precisa de estruturas mais robustas e eficazes para garantir maior resiliência cibernética, promover a segurança cibernética e responder melhor aos ataques cibernéticos dirigidos aos Estados membros e às próprias instituições, agências e órgãos da UE. Ela também precisa de forte segurança cibernética para seu Mercado Único, avanços significativos nas capacidades tecnológicas dos membros e uma compreensão mais ampla do papel de todos no

combate às ameaças cibernéticas. Em resposta, a Comunicação Conjunta sugere novas iniciativas em três áreas-chave: a) fortalecer a resistência aos ataques cibernéticos e melhorar a capacidade de segurança cibernética da UE; b) criar uma resposta efetiva de justiça criminal; c) aumentar a estabilidade global através da cooperação (Carvalho et al., 2020). Complementarmente, a Agência de Segurança de Redes e Informações (ENISA) (E. U. A. F. C. ENISA, n.d.) foi criada para ajudar os Estados membros a lidar com os ciber ataques. O papel da ENISA é estabelecer um nível primário de segurança de rede e de dados na União Europeia, alertar os cidadãos sobre os riscos e promover uma cultura de segurança na Internet para os cidadãos da UE, consumidores, empresas e autoridades públicas.

2.3.A Lei de Cibersegurança em Portugal

Em Portugal, o Parlamento aprovou o regime de segurança do Ciberespaço (Lei nº 46/2018, de 13 de agosto (Assembleia da República, 2018)), transpondo a Diretiva (UE) 2016/1148 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de julho de 2016, sobre medidas para garantir um alto nível de segurança de redes e informações em toda a União Europeia (Osório De Barros, 2018).

A Lei (Assembleia da República, 2018) aprovada pelo Parlamento Europeu prevê:

1. A definição de uma “Estratégia Nacional de Segurança do Ciberespaço”;
2. A estrutura nacional de segurança do ciberespaço, incluindo a criação do “Conselho Superior de Segurança do Ciberespaço”;
3. Identificar o ponto de contato nacional para cooperação internacional (Centro Nacional de Segurança Cibernética);
4. A definição dos requisitos de segurança em redes e sistemas de informação;
5. A aprovação das obrigações de comunicação de incidentes ao Centro Nacional de Segurança Cibernética;
6. A definição do regime de delitos aplica-se à violação da lei.

O Centro Nacional de Segurança Cibernética é a Autoridade Nacional de Segurança Cibernética, e a equipe nacional de resposta a incidentes de segurança cibernética (CSIRT) está subordinada a ela (Osório De Barros, 2018).

A Lei 46/2018 (Assembleia da República, 2018) estabelece regras para a Administração Pública (nomeadamente como operador de serviços essenciais), operadores de infraestrutura crítica, operadores de serviços essenciais, provedores de serviços digitais e qualquer entidade que utilize redes e sistemas de informação. Não obstante, a Lei se refere à definição de requisitos de segurança (artigos 14, 16 e 18) e requisitos de notificação de incidentes (artigos 15, 17 e 19) em sua legislação (artigo 31). Além disso, dado o nível de exigência e relevância do Regulamento Geral de Proteção de Dados (Regulamento (UE) nº 2016/679 do Parlamento Europeu e do Conselho de 27 de abril de 2016), a Lei mencionada acima declara explicitamente que “não prejudica o cumprimento da legislação aplicável sobre proteção de dados pessoais”.

2.4.Standard ISO/IEC 27002:2022

ISO/IEC 27002:2022 (International Organization for Standardization - ISO, n.d.) é um documento que fornece um conjunto de referência de controles genéricos de segurança

da informação sobre segurança da informação, segurança cibernética e proteção da privacidade. Controles de segurança da informação. Este documento é projetado para organizações de todos os tipos e tamanhos, Organizações de todos os tipos e tamanhos (incluindo o setor público e privado, comercial e sem fins lucrativos). Ele deve ser usado como referência para determinar e implementar controles para lidar com riscos de segurança da informação em um sistema de gerenciamento de segurança da informação (ISMS) baseado na ISO/IEC 27001.

2.5. National Cyber Security Strategies (NCSS)

A ENISA (E. U. A. for C. ENISA, n.d.) publicou um documento intitulado “National Cyber Security Strategies (NCSS)”, que são os principais documentos dos Estados-Membros da UE para estabelecer princípios estratégicos, diretrizes e objetivos e, em alguns casos, medidas específicas para mitigar o risco associado à cibersegurança.

Para fortalecer a infraestrutura crítica contra várias ameaças e manter a confiança dos cidadãos da UE, a Comissão Europeia propôs a Diretiva de Segurança de Redes e Informações (Diretiva NIS) em 2013. Em dezembro de 2015, o Parlamento Europeu e o Conselho chegaram a um acordo sobre a proposta da Comissão. O Parlamento Europeu adotou a diretiva final em julho de 2016, e ela entrou em vigor em agosto de 2016.

O Centro Nacional de Segurança Cibernética (NCSC) publicou em 2021 um guia (NCSC, 2021) contendo orientações para ajudar as autoridades locais a compreender as considerações de segurança necessárias para projetar, construir e gerenciar cidades inteligentes. Além disso, o manual recomenda um conjunto de princípios de segurança cibernética que podem ajudar a proteger um lugar conectado e sua infraestrutura subjacente para ser mais resistente a ataques cibernéticos e mais fácil de gerenciar. De acordo com o NCSC, o guia é particularmente relevante para administradores de segurança da informação, CISOs, arquitetos e engenheiros de segurança cibernética e todo o pessoal que irá gerenciar as operações diárias da infraestrutura da rede cibernética.

3. Entrevistas com Administradores de TI e especialistas

Após a revisão da literatura, foi elaborado um documento contendo os principais pontos para verificação da segurança cibernética a partir das recomendações ali contidas. Estes pontos foram elencados em tópicos a partir da estrutura do guia (NCSC, 2021) para sua organização.

A seguir, foram realizadas entrevistas individuais com cinco administradores de TI de uma organização pública municipal para opinarem sobre os pontos que ofereciam alto risco e impacto em ataques cibernéticos. Um jurista especialista em legislação sobre o tema de proteção a privacidade de dados foi também entrevistado para opinar quais seriam os pontos a serem verificados para o atendimento à legislação sobre a cibersegurança em Portugal. A seleção dos profissionais se deu pela sua atuação, função, tempo de experiência no cargo e sua formação/especialização. A Tabela 2 elenca o perfil dos profissionais de TI e especialistas envolvidos nas entrevistas.

Sector de Atuação	Função	Tempo de Experiência	Formação Académica/ Especialização
Administração Pública Municipal	Gestor de Núcleo de TI	15 anos	Doutor/Analista de Sistemas
Administração Pública Municipal	Gestor de Núcleo de TI	10 anos	Mestre/Analista de Sistemas
Administração Pública Municipal	Gestor de Núcleo de TI	5 anos	Especialista/Analista de Sistemas
Administração Pública Municipal	Gerente de Segurança de TI	4 anos	Graduado/Técnico de TI
Administração Pública Municipal	Gerente de Segurança de TI	4 anos	Graduado/Técnico de TI
Universidade Pública	Investigador	2 anos	Mestre / Bacharel em Direito

Tabela 2 – Administradores de TI e especialistas entrevistados

A seleção dos pontos de verificação se deu através do consenso e de algum novo ponto considerado relevante por algum dos entrevistados. Na ocorrência de algum novo ponto sugerido, o mesmo era submetido aos outros para avaliação. A contribuição do jurista se deu ao final para verificação de possível acréscimo de algum ponto da legislação que necessite ser observado e que porventura ainda não estivesse elencado.

4. O Inquérito

O objeto resultante deste estudo e das entrevistas culminou em um inquérito que tem por objetivo a verificação de pontos de verificação críticos para a cibersegurança em órgãos públicos municipais.

O questionário contém dez seções e 133 questões e pode ser consultado no anexo a este trabalho.

5. Discussões e Conclusões

A equipe do projeto, após avaliação geral do instrumento, considerou que o instrumento elaborado permite avaliar o estágio da cibersegurança nas organizações públicas municipais. O instrumento foi considerado como sendo de fácil entendimento pelos administradores de TI e por todos os entrevistados. pode revelar a necessidade de implementar políticas locais de segurança e a necessidade de treinamento e educação corporativa. Ele pode propiciar às organizações realizarem análises a fim de aferir sua maturidade em relação à segurança cibernética.

Entretanto, apesar do instrumento permitir que sejam avaliadas as atividades de monitoramento e controle de cibersegurança no dia a dia das organizações, a tomada de decisões dos gestores dos órgãos e dos gerentes das unidades administrativas desempenham papel essencial para a gestão da cibersegurança, a partir da colaboração com a equipe de TI e do incentivo às boas práticas no ambiente de trabalho.

Campanhas educacionais também devem ser implementadas para sensibilizar os utilizadores a desenvolver hábitos voltados para a segurança da informação.

Embora o inquérito tenha sido desenvolvido para aplicação em organizações da administração pública municipal em Portugal, a equipe considera que o instrumento possa se adequar para realizar verificações da cibersegurança em outras organizações em geral. Neste sentido, as questões poderão ser adaptadas de acordo com as características da organização, inserindo questões mais detalhadas ou até mesmo suprimir as que não se aplicam à sua realidade operacional.

6. Limitações do estudo

Os aspetos de segurança relacionados à proteção de equipamentos e dispositivos físicos, notadamente quando se trata do uso da Internet sem fio, não foram objeto deste estudo, por serem de responsabilidade dos fabricantes e fornecedores de hardware. Os relacionados à computação em nuvem e Inteligência Artificial também não fizeram parte deste estudo por serem estas questões em um nível técnico mais aprofundado.

7. Estudos Futuros

Este estudo é parte de uma iniciativa do projeto “Smart Cities and Law, E-Governance and Rights: Contributing to the definition and implementation of a Global Strategy for Smart Cities.”, com a referência NORTE-01-0145-FEDER-000063, na Escola de Direito da Universidade do Minho, Portugal.

Em colaboração com a administração local dos municípios, este projeto desenvolve vários estudos em parceria com centros de excelência tecnológica e a comunidade científica acadêmica.

O inquérito desenvolvido será aplicado nos municípios abrangidos pelo projeto para verificar as práticas atuais de cibersegurança.

A partir das análises advindas destas verificações, será possível sugerir orientações, medidas corretivas necessárias e sugestões de projetos para melhorar a cibersegurança local.

Referências

- Assembleia da República. (2018). Lei n.º 46/2018 Regime jurídico da segurança do ciberespaço. *Diário Da República n.º 155/2018, Série I de 2018-08-13*, 4031–4037. <https://dre.pt/home/-/dre/116029384/details/maximized>
- Carvalho, J. V., Carvalho, S. & Rocha, Á. (2020). European strategy and legislation for cybersecurity: implications for Portugal. *Cluster Computing*, 23(3), 1845–1854. <https://doi.org/10.1007/s10586-020-03052-y>
- ENISA, E. U. A. F. C. (n.d.). ENISA. <https://www.enisa.europa.eu/>

- ENISA, E. U. A. for C. (n.d.). *National Cybersecurity Strategies Guidelines & tools*. Retrieved May 14, 2022, from <https://www.enisa.europa.eu/topics/national-cyber-security-strategies/national-cyber-security-strategies-guidelines-tools>
- European Commission & DG CONNECT. (2021). eGovernment Benchmark 2021: Entering a New Digital Government Era: Insight Report. In *Luxembourg, Publications Office of the European Union, 2021*. <https://data.europa.eu/doi/10.2759/55088>
- European Parliament and Council of the European Union. (2016). General Data Protection Regulation - GDPR. *Official Journal of the European Union*, 156.
- Fonseca, I. C. (2020). Local E-Governance and Law: Thinking About The Portuguese Charter for Smart Cities: Challenges. In *IUS Publicum Network Review* (Issue n. 2). IUS Publicum Network review. http://www.ius-publicum.com/repository/uploads/29_07_2021_17_43_5_Fonseca_Ius_Publicum.pdf
- International Organization for Standardization - ISO. (n.d.). *ISO/IEC 27002:2022(en), Information security, cybersecurity and privacy protection – Information security controls*. Retrieved May 14, 2022, from <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27002:ed-3:v2:en>
- Lallie, H. S., Shepherd, L. A., Nurse, J. R. C., Erola, A., Epiphaniou, G., Maple, C. & Bellekens, X. (2021). Cyber security in the age of COVID-19: A timeline and analysis of cyber-crime and cyber-attacks during the pandemic. *Computers and Security*, 105, 102248. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2021.102248>
- NCSC, N. C. S. C. (2021). *Connected Places: Cyber Security Principles*.
- Osório De Barros, G. (2018). A Cibersegurança em Portugal. In Ministério da Economia (Ed.), *Temas Económicos - GEE* (Temas Econ, Vol. 56, Issue 351). Gabinete de Estratégias e Estudos. <https://www.sgeconomia.gov.pt/ficheiros-externos-sg/gee-ciberseguranca-pdf.aspx>
- Reyes-Menendez, A., Saura, J. R., & Palos-Sanchez, P. (2020). Cybersecurity and the Internet of Things: Anticipating the Leverage of Cyber Crimes with Interconnected Devices. In *The Evolution of Business in the Cyber Age*, 263–291. <https://doi.org/10.1201/9780429276484-11>
- Sharif, R. A., & Pokharel, S. (2022). Smart City Dimensions and Associated Risks: Review of literature. *Sustainable Cities and Society*, 77, 103542. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103542>
- Wirtz, B. W., & Weyerer, J. C. (2016). Cyberterrorism and Cyber Attacks in the Public Sector: How Public Administration Copes with Digital Threats. *International Journal of Public Administration*, 40(13), 1085–1100. <https://doi.org/10.1080/01900692.2016.1242614>

DOCUMENTO ANEXO

INQUÉRITO DE VERIFICAÇÃO DA CIBERSEGURANÇA NAS ORGANIZAÇÕES PÚBLICAS MUNICIPAIS

Seção I - Estrutura de Segurança Organizacional

1. A organização possui uma unidade interna com competências específicas em segurança cibernética?

No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:

2. Quantas pessoas esta unidade possui?
3. Foi designado um Ponto de Contato Permanente para assegurar o fluxo de informações a nível operacional e técnico com o Centro Nacional de Segurança Cibernética?
4. Foi designado um responsável para gerenciar todos os requisitos de segurança e medidas de comunicação de incidentes?

Seção II - Gestão de Ativos de TI

5. A organização possui um inventário atualizado de todos os bens de TI essenciais para seus serviços?

No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:

6. O inventário foi validado e assinado pelo responsável pela Segurança?
7. O inventário foi comunicado ao Centro Nacional de Segurança Cibernética?
8. É mantida uma relação entre cada ativo, sua parte responsável e seu uso?
9. A gestão de ativos é conduzida utilizando uma abordagem simplificada e automatizada que reduz a burocracia?
10. Os serviços e funções críticas prioritárias da organização estão definidos e associados à tecnologia?
11. As contas de acesso interno e externo estão devidamente catalogadas?
12. O valor que essas contas poderiam representar para um agente malicioso em potencial é estimado?
13. A organização possui mecanismos internos para rastrear as “pegadas digitais” de seus funcionários e agentes com acesso particularmente privilegiado?
14. A organização possui documentação interna relativa a seus fornecedores e ativos de TI?
15. A organização possui mecanismos internos que podem facilitar a identificação de bens desconhecidos e reduzir as chances de perda de algo?
16. A organização tem um plano para validar seu sistema de gestão de ativos?
17. A organização tem políticas e procedimentos internos para desativar qualquer sistema ou informação que não seja mais utilizada ou necessária?

Seção III - Gerenciamento de Riscos Cibernéticos

18. A organização realiza uma análise de risco para todos os ativos que garantem a operação contínua das redes e sistemas de informação?

No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:

19. Esta análise abrange, em relação a cada ativo a identificação de ameaças, internas ou externas, intencionais ou não intencionais, incluindo, nomeadamente:

- (i) falha do sistema; (ii) fenómeno natural; (iii) erro humano; (iv) ataque malicioso; (v) falha no fornecimento de bens ou serviços por um terceiro. (vi) a caracterização do impacto e da probabilidade de tais ameaças?
20. Esta análise leva em consideração: O histórico de situações extraordinárias que ocorreram? O histórico de incidentes e incidentes com impacto relevante? O número de usuários afetados pelos incidentes? A duração do incidente? A distribuição geográfica em termos da área afetada pelos incidentes? As dependências intersectoriais para a prestação de serviços? A avaliação integrada de risco para a segurança de redes e sistemas de informação em nível nacional, europeu e internacional (publicada anualmente ou notificada à organização pelo National Cyber Security Center)?
 21. A organização implementa medidas técnicas e organizacionais apropriadas para gerenciar os riscos identificados através da análise acima?
 22. A organização documenta todas as informações relativas à preparação, execução e apresentação de tais análises?
 23. A organização possui um plano de segurança?

No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:

24. Ele está devidamente documentada e assinada pelo oficial de segurança?
25. Ele contém a política de segurança com uma descrição das medidas organizacionais e treinamento de recursos humanos? Uma descrição de todas as medidas tomadas em relação às exigências de segurança e comunicação de incidentes? A identificação do responsável de segurança? A identificação do Ponto de Contato permanente?
26. É revisado e, se necessário, atualizado de acordo com a evolução do contexto operacional da organização e a ocorrência de incidentes?
27. A segurança cibernética é considerada em outras políticas da organização?
28. A forma como as pessoas são apoiadas quando interagem com tecnologia, sistemas e serviços é segura e utilizável?
29. As pessoas contribuem para a gestão dos riscos de cibersegurança da organização?
30. As ferramentas, métodos, estruturas e normas, regras ou regulamentos utilizados pela organização para obter informações sobre os riscos associados a seus sistemas e serviços estão catalogados?
31. As estratégias de contra-ataque baseadas na Internet são as mais comuns?
32. São estabelecidas parcerias com outras entidades para compartilhar conhecimentos em segurança cibernética?
33. Os riscos cibernéticos identificados pela organização são comunicados efetivamente a seus funcionários e agentes?
34. São empregados controles para mitigar estes riscos?
35. Os trabalhadores e agentes são encorajados a liderar ações de segurança cibernética pelo exemplo?
36. Os altos funcionários do Condado seguem as políticas de segurança e não solicitam “tratamento especial” em relação à instalação de dispositivos ou acessos não padronizados?
37. A equipe de segurança entra em contato com os outros departamentos para compreender seu trabalho diário?

38. A perspectiva, o fluxo de trabalho e as pressões são compreendidas para saber quais são as barreiras à realização de certas atividades?
39. As pessoas com experiência e conhecimento sobre o funcionamento interno da organização estão incluídas no processo de formulação de políticas de segurança?
40. A organização tem procedimentos internos para relatar questões relacionadas à cibersegurança dentro da organização?
41. A organização prepara um Relatório Anual que, para o ano civil ao qual se refere, inclui os seguintes elementos? Principais atividades desenvolvidas em segurança de redes e serviços de informação; estatísticas trimestrais de todos os incidentes (número e tipo); análise de incidentes com impacto relevante (número de usuários afetados, duração dos incidentes, área afetada pelo incidente); recomendações para melhorar a segurança de redes e sistemas de informação; problemas identificados e medidas implementadas; quaisquer outras informações relevantes.

No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:

42. Tal relatório é enviado ao Centro Nacional de Proteção de Dados?
Existem campanhas de conscientização realizadas em segurança cibernética?
43. Há treinamento em segurança cibernética de acordo com as necessidades da organização?
44. No caso de uma resposta afirmativa à pergunta anterior:
45. Os funcionários e agentes da organização estão envolvidos na estruturação de tal treinamento para melhor adaptar seu conteúdo à realidade da instituição?
46. Esse treinamento é ministrado com frequência?
47. O conteúdo destes treinamentos é pequeno e fácil de ser assimilado?
48. Os participantes destes treinamentos contribuem para melhorar o treinamento futuro?
49. Estes treinamentos são apoiados pela gerência?
50. Os instrutores escolhidos possuem conhecimentos adequados sobre o assunto e como adaptá-lo à realidade da instituição?

Seção IV - Arquitetura e Configuração

51. A organização está ciente de seus riscos (ou não está) disposta a aceitá-los antes de projetar um sistema?
52. A organização tem um modelo de ameaça para seus sistemas?
53. Os sistemas e componentes mais críticos da missão da organização estão identificados?
54. É considerada a vida útil esperada dos sistemas da cidade?
55. Antes do projeto de um sistema, é realizada uma análise de mercado para verificar se produtos ou serviços equivalentes oferecem melhores garantias de segurança?
56. Ao implantar serviços computadorizados, é considerado o uso de um modelo de responsabilidade compartilhada para serviços em nuvem?
57. As configurações seguras são aplicadas a servidores e dispositivos de usuário para restringir as opções disponíveis a um agente malicioso em potencial?

- 58. Os dados de fontes externas ou menos confiáveis são transformados, validados ou processados de forma segura para que não possam ser usados para criar um ataque contra os sistemas da organização?
- 59. Os e-mails de domínio são dificultados para que não possam ser falsificados?
- 60. Os controles anti-spoofing são empregados para evitar o phishing convincente?
- 61. Nossos sistemas e serviços são projetados para serem seguros por padrão?
- 62. Os usuários podem utilizar algum método para contornar as medidas de segurança identificadas e catalogadas?
- 63. Os controles de segurança escolhidos são eficazes para mitigar os riscos?
- 64. Uma auditoria independente validou os controles mais críticos?
- 65. Os componentes críticos da rede, dados e comunicações estão isolados através de redes segregadas ou de uma arquitetura de “confiança zero”?

Seção V - Gerenciamento de vulnerabilidades

- 66. As atualizações automáticas estão disponíveis para sistemas operacionais e software?
- 67. Serviços gerenciados como soluções de Software as a Service (SaS) de fornecedores com um histórico comprovado em segurança utilizada?
- 68. São realizados estudos de priorização da vulnerabilidade?
- 69. Há planos alternativos de mitigação de vulnerabilidades mais difíceis de serem corrigidas?
- 70. Os métodos de testes manuais (testes de penetração ou exercícios de “equipe vermelha”) são ferramentas definidas e automatizadas?

Seção VI - Gerenciamento da Identidade e Controle de Acesso

- 71. As políticas e procedimentos de gerenciamento de identidade e acesso foram definidos?
- 72. O controle é exercido sobre quem pode aceder dados e sistemas? Foram definidos métodos apropriados para estabelecer e provar a identidade dos usuários, dispositivos ou sistemas com confiança suficiente para tomar decisões de controle de acesso?
- 73. Foram estabelecidos acordos de não-divulgação com terceiros se eles precisarem ter acesso a seus sistemas?
- 74. Os acessos concedidos a terceiros são revogados quando não são mais necessários?
- 75. A alta administração tem contas de usuário separadas para suas atividades diárias (navegação na web ou clientes de e-mail) e outras atividades que requerem privilégios de acesso?
- 76. Existem processos definidos para controlar as contas de usuários e sistemas para revogar o acesso privilegiado quando não for mais necessário?
- 77. Existem monitores de segurança para detetar possíveis comportamentos maliciosos?
- 78. Os eventos de autenticação e autorização são registrados e monitorados para identificar comportamentos suspeitos que possam indicar comprometimento?
- 79. Existem sistemas de controle de acesso que permitem o fácil monitoramento do uso da conta de cada usuário?
- 80. As contas temporárias são removidas ou suspensas quando não são mais necessárias?

81. A autenticação multifatorial protege todas as contas de usuários?
82. A autenticação “user to service”, “user to the device”, e “device to service” é empregada?
83. Existe uma política de senha que equilibre adequadamente “usabilidade” e “segurança”?
84. A organização possui controles de acesso físicos e lógicos para que somente usuários autorizados possam aceder e modificar dados?

Seção VII - Segurança de Dados Corporativos

85. Os dados da organização são protegidos de acordo com os riscos identificados?
86. Os dados em trânsito são protegidos para garantir que não sejam vistos ou interceptados de forma inadequada?
87. As comunicações são criptografadas?
88. Os protocolos de aplicação seguros, criptografados e autenticados são utilizados sempre que possível?
89. A criptografia de camada de rede, como VPNs (Virtual Private Networks), é utilizada quando necessário?
90. As interfaces que permitem o acesso a dados confidenciais estão bem definidas?
91. As interfaces apresentam apenas as funcionalidades necessárias para reduzir as oportunidades de abuso por agentes maliciosos?
92. O monitoramento é conduzido para detetar compromissos, evitar consultas incomuns e tentativas de exportação de dados em massa?
93. Existe uma política de retenção de backups por pelo menos “um mês” para dados críticos?
94. Os backups são avaliados regularmente para garantir que possam ser efetivamente restaurados, caso surjam?
95. As aplicações executáveis podem ser restauradas a partir do código fonte, no caso de aplicações executáveis?
96. É aplicado um modelo hierárquico para contas de usuários?
97. A concessão de contas com privilégios totais só é feita quando necessário?
98. As etiquetas ou marcas indicando a propriedade do dispositivo (ou a natureza dos dados) são removidas antes da eliminação?
99. Os procedimentos e equipamentos de destruição intencional de dados são avaliados periodicamente?

Seção VIII - Registro e Monitoramento

100. Os objetivos pretendidos de registro e monitoramento a serem realizados pela organização estão claramente definidos?
101. O monitoramento se mostra proporcional ao contexto do sistema, às ameaças potenciais enfrentadas pela instituição e aos recursos disponíveis?
102. Há necessidade de um centro de operações de segurança (SOC) para detetar e responder a ataques avançados?
103. Existem estratégias de monitoramento interno definidas?
104. Há registros de monitoramento disponíveis para revisão quando eles precisam ser acedidos?
105. Os registros de monitoramento são mantidos por tempo suficiente para responder a perguntas que possam ser feitas durante um incidente?

106. Os registos utilizados nos registos de monitoramento estão definidos?
107. Existe um local centralizado para a análise dos conjuntos de dados?
108. O monitoramento garante que os logs sejam obtidos como esperado?
109. Existem registos de monitoramento para proteger contra adulterações?
110. O serviço de monitoramento analisa os registos para verificar se as políticas são aplicadas ou seguidas como esperado?
111. O sistema de monitoramento permite alertas de deteção baseados em ameaças antecipadas?

Seção IX - Gerenciamento de Incidentes

112. Existe um plano de resposta a incidentes e ele inclui o plano de continuidade de negócios, o plano de contingência, o plano de recuperação em caso de desastre e o plano de gerenciamento de crise?
113. A organização possui procedimentos internos para notificar o Centro Nacional de Segurança Cibernética de incidentes com impacto relevante ou substancial, de acordo com os artigos 15, 17 e 19 do Regime Jurídico de Segurança Cibernética?
114. O sistema utilizado pela organização permite que lições aprendidas de incidentes reais do passado sejam incorporadas em suas soluções de monitoramento?
115. O plano de gerenciamento de incidentes está alinhado com a estratégia de registo e monitoramento?
116. É usada a inteligência de ameaças?
117. A organização está inscrita no CiSP (Cybersecurity Information Sharing Partnership) para receber e compartilhar informações sobre ameaças?
118. A equipe de resposta ao incidente integra os colaboradores? da área de Segurança da Tecnologia da Informação; do Departamento Jurídico; de Recursos Humanos; da área de Relações Públicas; de outras áreas?
119. Os papéis e responsabilidades de todos os envolvidos no plano de resposta ao incidente estão definidos e compreendidos?
120. Foi fornecido treinamento adequado para a equipe de gerenciamento de incidentes?
121. Existem planos de resposta a incidentes alinhados com todos os métodos de deteção pré-definidos?
122. O plano de resposta ao incidente inclui orientação sobre requisitos legais ou regulamentares com base nos tipos e volumes de dados da instituição?
123. Existem simulações dos planos de resposta aos incidentes realizados para verificar sua eficácia?
124. Existe um plano de comunicação definido com as partes interessadas para ser usado durante um incidente?
125. Os registos da resposta ao incidente, decisões, ações tomadas e dados capturados (ou em falta) são coletados para análise posterior?

Seção X - Cadeia de Suprimentos

126. A organização tem uma imagem clara de sua cadeia de abastecimento?
127. As responsabilidades de segurança de cada ator da cadeia estão definidas e são satisfatórias para todas as partes envolvidas?
128. A dimensão da segurança é considerada um fator de contratação?

129. Ao contratar serviços na nuvem, a existência de informações publicadas pelos fornecedores em seus websites é avaliada para ajudar a entender se eles oferecem níveis adequados de segurança?
130. A organização fornece orientação, ferramentas e processos de apoio aos fornecedores para gerenciar eficazmente os riscos da cadeia de suprimentos de acordo com suas necessidades?
131. Os contratos estabelecidos com fornecedores definem claramente os requisitos específicos para a devolução e eliminação de informações e ativos após o término desse contrato?
132. Os acordos baseados em fornecedores incluem requisitos para gerenciamento e comunicação de incidentes de segurança?
133. Existe um canal de comunicação definido para ouvir e responder a quaisquer preocupações levantadas pelo monitoramento de desempenho, incidentes ou relatórios de fornecedores que sugerem que as abordagens não estão funcionando tão eficazmente quanto planejado?

Cursos online Abertos Massivos (MOOCs) como potencializadores do conhecimento em Instituições de Educação Superior

Isaias Scalabrin Bianchi¹, Cheryl Maureen Daehn², Guillermo Antonio Dávila³,
Nataliya Tovma⁴, Nursultan Shurenov⁵

isaias.bianchi@ufsc.br; cheryl.daehn@ufsc.br; davila.guillermo@gmail.com;
nataliya-tovma@mail.ru; shurenov.nursultan@kaznu.kz

^{1,2} Universidade Federal de Santa Catarina, 88040-900, Florianópolis, Brasil

³ Universidad de Lima / Faculty of Engineering and Architecture, 15023, Lima, Peru

^{4,5} Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, Kazakhstan

DOI: 10.17013/risti.48.59-73

Resumo: As universidades desenvolvem permanentemente diversas ações de desenvolvimento que são disponibilizadas no formato de MOOC em várias plataformas. O objetivo deste estudo é propor um artefato com os cursos MOOCs disponibilizados bem como as plataformas utilizadas que são ofertadas. Esse estudo adota a metodologia Design Science Research, para desenvolver o artefato. Nesse sentido, foram pesquisados todos os cursos MOOCs oferecidos gratuitamente e com emissão de certificado pelas 68 universidades federais brasileiras. Os resultados desse estudo é um artefato em formato de um portal com web com todos os cursos MOOCs das IES. O artefato foi demonstrado e avaliado com docentes de IES e percebeu-se o impacto que ele proporciona na capacitação e como potencializador do conhecimento. Esse estudo sugere a criação de uma plataforma única disponibilizada pelas universidades públicas brasileiras como um ecossistema potencializador da gestão do conhecimento para acesso da sociedade em geral.

Palavras-chave: Massive Online Open Courses; Design Science Research; universidade; gestão do conhecimento; plataforma.

Massive Open Online Courses (MOOCs) as a driver to foster Knowledge in Higher Education Institutions

Abstract: The Higher Education Institutions (HEIs) in Brazilian, in particular universities permanently develop several actions that are provided in the MOOC format on different platforms. The purpose of this study is to propose an artifact with the MOOCs courses available as well as the platforms used by universities. This study adopts the Design Science Research methodology, to develop the artifact. We searched all MOOCs courses offered for free and with the issuance of certificates by 68 Brazilian public universities. The results of this study is a portal web with all the MOOCs courses of the HEIs. The artifact was demonstrated and evaluated and the impact that it provides on training and as a knowledge enhancer

was perceived. This study suggests the creation of a unique platform for Brazilian public universities as a punctualizing ecosystem to knowledge management for access by society in general.

Keywords: Massive Online Open Courses; Design Science Research; Higher Education Institutions; Knowledge Management; Platform.

1. Introdução

As universidades desenvolvem inúmeros projetos e ações acerca dos quais a sociedade não tem conhecimento ou não usufrui de alguma maneira. Um exemplo são os Massive Online Open Courses (MOOCs), cursos online abertos massivos, ofertados por meio de ambientes virtuais de aprendizagem, com o intuito de proporcionar a oportunidade de capacitação e ampliar conhecimentos para um grande número de pessoas.

Os cursos online abertos massivos superam os métodos de ensino offline tradicionais, ao ampliar a mente dos alunos na perspectiva de escopo e escala, e quebrar as limitações de tempo e espaço de aprendizagem. Como uma plataforma de curso online aberto, os MOOCs permitem que qualquer pessoa interessada em participar de um curso tenha a oportunidade de participar da aprendizagem a qualquer momento e em qualquer lugar para atingir recursos educacionais ideais (Aldowah et al., 2020; Altalhi, 2020; Julia et al., 2021).

A falta de interação social é uma das razões pelas quais os alunos online podem se sentir solitários, fato que tem um impacto negativo na aprendizagem online (Moreno-Marcos et al., 2019). Se os alunos MOOC persistem em participar do fórum de discussão do curso, as funções de suporte e o companheirismo podem ser aprimoradas (Aldowah et al., 2020). A aprendizagem social e a aprendizagem entre pares são fatores importantes na promoção online da participação do aluno (Julia et al., 2021; Swinnerton et al., 2017). Somente quando os alunos MOOC têm um certo senso de pertencimento na aprendizagem MOOC, eles participarão mais ativamente em aprendizagem MOOC.

Considerando-se que a atuação do aluno e a dinâmica proposta dependem de um tipo de plataforma, convém abordar a base conceitual relacionada. Uma plataforma é um grupo de tecnologias que são usadas como uma base sobre a qual outras aplicações, processos ou tecnologias são desenvolvidos (Techopedia, 2021). Em suma, pode-se afirmar que uma plataforma é formada por uma arquitetura de computador, um sistema operacional, linguagens de programação e a interface utilizada pelo usuário. A plataforma permite que diferentes aplicativos sejam executados no mesmo ambiente, permitindo aos usuários acessá-los na web (do Carmo et al., 2019; Ebone, 2015; Julia et al., 2021).

Para que uma instituição tenha a autonomia e o menor custo para implantar a plataforma é necessário que o software seja livre de qualquer restrição. Por software livre, entende-se que os usuários possuem liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o software (GNU, 2018).

A educação a distância (EaD) vem ganhando popularidade e crescendo rapidamente nos últimos anos. Isso ocorre principalmente devido necessidade de capacitação permanente, aos avanços computacionais com o surgimento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e a inclusão digital da população (Ebone, 2015). Atrelado a isso, a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas (PNDP) converge ao fomento de

meios alternativos de capacitação dos servidores públicos federais vinculados a órgãos do Sistema de Pessoal Civil da Administração Pública Federal (SIPEC), do qual as universidades federais fazem parte.

Estudos acerca de MOOCs como ecossistemas potencializadores da gestão do conhecimento em universidades federais brasileiras ainda são pouco explorados na literatura, assim como a identificação dos cursos MOOCs disponíveis e as plataformas utilizadas (Bianchi et al., 2021). Esta situação precisa mudar pois ações de compartilhamento de conhecimento entre os diversos agentes de um território promovem as inovações colaborativas e consequentemente, o desenvolvimento dos territórios (Connell et al., 2014). As instituições de educação superior têm um papel importante na promoção deste compartilhamento de conhecimento (Goddard & Puukka, 2008; Sengik et al., 2022) e práticas como disponibilizar o conhecimento criado por estas instituições são exemplos concretos disso. Nesse sentido, o presente estudo tem como a seguinte pergunta de pesquisa: Quais os cursos MOOCs disponibilizados pelas universidades federais públicas brasileiras? Diante disso, esse estudo tem o objetivo de desenvolver uma plataforma com todos os Cursos MOOCs das universidades federais públicas brasileiras.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: a seção 2 apresenta a revisão de literatura efetuada. A seção 3 apresenta os procedimentos metodológicos. A seção 4 aborda as discussões a partir dos resultados constatados, com as principais contribuições teóricas e práticas. Finalmente, a seção 5 apresenta as conclusões, limitações e oportunidades de investigações futuras sobre o tema.

2. Revisão de Literatura

As três principais plataformas MOOC, Coursera, edX e Udacity, desencadearam o ápice da educação MOOC desde 2011 (Carrera & Ramírez-Hernández, 2018). Na plataforma MOOC, os alunos podem decidir o progresso de aprendizagem de um MOOC específico conforme a percentagem de aprendizagem obrigatória, de acordo com os seus próprios requisitos de aprendizagem (Chaker & Impedovo, 2021). Além disso, eles podem participar ativamente dos fóruns de discussão MOOC. Podem, também, avaliar o curso MOOC por meio de revisão online, que é útil para a melhoria e otimização do ensino via MOOC (Pozón-López et al., 2021; Wu & Li, 2020).

Os fóruns de discussão MOOC e as análises online MOOC são importantes maneiras para as plataformas fornecerem comunicação e feedback para os alunos. É necessário combinar essas duas formas de comunicação e feedback para explorar o impacto da participação em fóruns nas análises online (Wu, 2021).

Os indivíduos precisam ter um senso de desafio, o que lhes permite dominar suas próprias atividades e se envolver em uma atividade de forma eficiente. Capacidade de aprendizagem é um fator chave de motivação para que os alunos MOOC sejam protagonistas do processo de aprendizagem. Fóruns de discussão MOOC fornecem aos alunos a capacidade de se comunicar e interagir. O aluno MOOC com progresso de aprendizagem mais rápido têm maior probabilidade de participar de fóruns de discussão, melhorar a relevância da comunicação e promover a autonomia das revisões online (Wu, 2021).

A sociedade em transformação digital é uma nova revolução vivida pela humanidade e está exigindo profissionais com um novo conjunto de competências, o que evidencia a necessidade de desenvolvimento constante, a fim de superar eventuais lacunas (Ranjith et al., 2021). Neste contexto, o desenvolvimento permanente dos profissionais se torna estratégico e passa a estar presente na pauta das organizações de todos os segmentos econômicos, sejam públicos ou privados (AIRES, 2020).

Cursos MOOCs remetem à interlocução entre conhecimento, tecnologias e gestão do conhecimento com vistas ao desenvolvimento integrado de diversos participantes. Conhecer é uma ação efetiva, ou seja, uma efetividade operacional no domínio de existência do ser vivo (Materna & Vaerla, 1992). O conceito de conhecimento é multifacetado e depende do contexto no qual está inserido. Para Mendes (2018) o ser humano é o protagonista da criação do conhecimento, e são as pessoas que criam conhecimento. E na medida em que esse conhecimento individual se amplia para o nível de grupo, e depois para o nível de organização, por meio do compartilhamento de conhecimento entre esses níveis, passa a pertencer à organização ao ser institucionalizado. O compartilhamento do conhecimento entre grupos de indivíduos, promove o que Zahra e George (2002) chamam 'bissociação', fenômeno pelo qual a mesma informação entendida de forma diferente por diversas pessoas, cria insights que, quando são combinados, são fundamentais para alavancar a inovação em qualquer nível. Assim, o conhecimento é institucionalizado.

Essa institucionalização do conhecimento se configura e materializa por meio de artefatos, definidos enquanto plataformas. Especialmente as universidades federais brasileiras, acompanham o processo de transformação digital que vem fortalecendo iniciativas para essas instituições se reinventarem. A era de transformação digital integrando sistemas físicos, digitais e biológicos precisa ser conduzida para empoderar e potencializar o ser humano, mas para isso, deverá haver esforço de todos os setores, empresas, governos, universidades e sociedade, em todas as partes do mundo, para que todos se beneficiem dos ganhos gerados (Barão et al., 2017; Dávila et al., 2019; Schwab, 2016).

Os trabalhadores deverão ser requalificados para que consigam aproveitar as oportunidades do mercado de trabalho. Para isso, deverá haver esforço dos stakeholders, governo, empresas e trabalhadores, sendo que os trabalhadores deverão estar comprometidos com o aprendizado ao longo da vida. (World Economic Forum, 2016) Além disso, as instituições de ensino formais deverão revisar, constantemente, os currículos dos cursos fazendo as adequações necessárias para formar os profissionais completos, com as competências requeridas pelo mundo do trabalho (Aires, 2020).

3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo adotou a metodologia Design Science Research (DSR). Sua premissa é projetar, construir e avaliar um artefato desenvolvido (Hevner et al., 2004). Os princípios da DSR são fundamentados na engenharia de coisas artificiais e SI são um exemplo perfeito de sistemas artificiais onde a pesquisa requer a implementação de uma ferramenta. Os artefatos são utilizados para resolverem problemas específicos e auxiliar as organizações podem ser definidos como: Constructos, Modelos, Métodos e Instanciações (March & Smith, 1995). O artefato proposto nesse estudo é uma plataforma com todos os cursos MOOC das Universidades Federais públicas brasileiras.

Nesse sentido, a abordagem DSR foi adotada por ser a mais adequada para resolver o problema identificado.

3.1. Desenvolvimento do artefato

O objetivo desse estudo é propor uma plataforma com todos os cursos MOOCs das universidades Federais Brasileiras. Nesse sentido, a primeira fase de desenvolvimento constituiu em acessar a todos os websites das 68 universidades federais brasileiras em busca de identificar se os MOOCs estavam institucionalizados ou se tinha uma lista com a oferta dos cursos. Desta forma, para cada universidade desenvolveu-se inicialmente uma planilha em Excel com os seguintes campos. Nome da Universidade, Plataforma, Nome do Curso, Carga Horária e Link de Acesso ao curso. Os dados foram coletados de fevereiro a junho de 2020. Durante a coleta de dados, percebeu-se a dificuldade de encontrar as informações referentes aos cursos. Uma vez elaborada a planilha no Excel com as informações apresentadas acima, buscou-se realizar o teste de os links dos cursos. Os links dos cursos foram testados durante os meses de outubro a dezembro de 2020.

Após ter todos os links testados e validados no Excel, iniciou-se o desenvolvimento da Plataforma utilizando a linguagem de programação PHP e Banco de dados MYSQL em que as tabelas do Excel foram todas importadas para o sistema e tratadas. Desenvolveu-se diversos filtros na plataforma em que o usuário pode utilizar.

Como se pode observar, a Universidade de Brasília é a que mais apresenta cursos MOOCs, com um total de 38 na plataforma Escola do Trabalhador. Na sequência, se encontra a Universidade Federal do Rio Grande Sul, que conta com 37 cursos na plataforma Lúmina. Ainda, a Universidade Federal de São Carlos dispõe de 24 cursos na plataforma POCA.

Foram pesquisados todos os cursos de MOOCs disponibilizados gratuitamente e com emissão de certificado pelas 68 universidades federais brasileiras. Os resultados permitiram a identificação de 118 cursos, distribuídos em 07 plataformas, que somam uma carga horária total de 3526 horas, conforme apresentado na Tabela 1.

Universidade	Plataforma	Quantidade de cursos	Carga Horária Total
UNB	Escola do Trabalhador	38	1520
UFRB	AVA ACADEMICO	9	397
UFRN	AulAberta	1	livre
UFSCar	PoCA	24	224
UNIFESP	UNA-SUS Unifesp	4	240
UFU	UAITEC	5	140
UFRGS	Lumina	37	1005
Total	7	118	3526

Tabela 1 – Relação de universidades, plataformas utilizadas

Segundo dados do censo 2014 da Associação Brasileira de Educação a Distância (ABED), os cursos massivos ocupam apenas 1% das iniciativas de EaD no Brasil, enquanto nos Estados Unidos e Europa esses cursos são amplamente disseminados. (Biagiotti, 2016). Isso se comprova ao verificar que somente 07 universidades federais brasileiras oferecem cursos MOOCs, dentre o total de 68 universidades desta categoria, o que representa apenas 11,77%.

Com relação à carga horária oferecida, o Tabela 1 apresenta a carga horária total identificada em oferta de cursos MOOC nas universidades federais brasileiras, demonstrando que há necessidade de medidas para encorajá-las em prol do avanço na oferta de cursos MOOCs, que atualmente desabrocha timidamente. A essas medidas cabem providências oriundas tanto de estratégias do governo federal, assim como devem estar em consonância com o alinhamento do Plano de Desenvolvimento Institucional das universidades.

A relação dos cursos pesquisados e identificados por meio desta pesquisa pode ser consultada no endereço: <https://labistos.ufsc.br/pesquisa.php>. A figura 1 apresenta a tela inicial de pesquisa na plataforma criada para socialização e que assume a função de instrumento potencializador da gestão do conhecimento. Esses cursos podem ser acessados pela sociedade de forma gratuita e utilizados como ação de desenvolvimento, reiterando a importância da articulação social que as universidades federais sustentam, retornando à sociedade o recurso público nela investido.

Nome	Carga Horária ↓	Plataforma	Instituição	Site
Ambiente e Sustentabilidade: Olhares Diferentes, Questões Globais	livre	AulAberta	UFRN	Site
Neurociência Integrativa - Dor	8h	Lumina	UFRGS	Site
Processos avaliativos no ensino superior	8h	PoCA	UFSCar	Site
Didática no Ensino Superior	68h	AVA ACADEMICO	UFRB	Site
Leitura e Produção de Textos Acadêmicos	68h	AVA ACADEMICO	UFRB	Site
Papel do Fiscal na Administração Pública	68h	AVA ACADEMICO	UFRB	Site
Desconstruindo o racismo na prática	60h	Lumina	UFRGS	Site
Conhecendo a Realidade Indígena no Brasil	60h	UNA-SUS Unifesp	UNIFESP	Site
Gestão Local de Desastres Naturais para a Atenção Básica	60h	UNA-SUS Unifesp	UNIFESP	Site
Introdução à Avaliação em Saúde	60h	UNA-SUS Unifesp	UNIFESP	Site
O Fazer da Saúde Indígena	60h	UNA-SUS Unifesp	UNIFESP	Site
Desenvolvimento de apresentações com slides	5h	PoCA	UFSCar	Site
Ensino Híbrido: uma introdução ao tema	5h	PoCA	UFSCar	Site
Motivação em sala de aula: elementos para uma boa prática docente	5h	PoCA	UFSCar	Site
Movimentando: a sala de aula como espaço de desenvolvimento integral	5h	PoCA	UFSCar	Site

Figura 1 – Tela inicial de pesquisa na plataforma criada

3.2. Demonstração e Validação do Artefato

A validação é uma das fases mais importantes da DSR, nesta seção será descrito como foi feita a demonstração e validação do artefato. A validade significa que o artefato é confiável em termos operacionais para alcançar seus objetivos, enquanto o critério de utilidade

avalia se o alcance das metas tem valor fora do ambiente de desenvolvimento (Gregor & Hevner, 2013). A plataforma foi validada e demonstrada no Núcleo Universidade Aberta do Brasil em uma universidade Federal, com professores, bolsistas e estagiários envolvidos na educação a distância a qual envolve uma comunidade de mais de cem pessoas.

A plataforma foi apresentada e demonstrada por meio de webconferência e compartilhada nos grupos de trabalho do WhatsApp. Um exemplo da utilidade e validade do artefato foi que durante a pandemia identificou-se uma necessidade de capacitação para docentes e estudantes em particular no ambiente Moodle. Nesse sentido utilizou-se cursos Moodle ofertados por outras universidades para capacitação da equipe da UAB, em que pode-se citar: Moodle em Ação: Atividades e Recursos e Moodle para Professores e Tutores.

Percebe-se que os cursos foram úteis e atenderam as necessidades de capacitação para os tutores e professores na Universidade Aberta do Brasil. Um interessante fato durante a apresentação e validação do artefato é que 99% dos professores e estagiários desconheciam essa plataforma e esses cursos online. O artefato proposto segundo um dos entrevistados “é grande valia para capacitação pois tem uma lista com todos os cursos das universidades federais públicas brasileiras... não precisamos desenvolver cursos muitas vezes e sim recomendar cursos já prontos e desenvolvidos...”. Os entrevistados confirmaram a importância da ferramenta.

Ademais, o artefato foi apresentado e validado em um workshop no mês de Dezembro de 2021 em uma universidade pública do Cazaquistão na cidade de Almaty. Foi realizada uma apresentação em inglês para quinze docentes, apresentando o artefato desenvolvido e aplicado um questionário com perguntas abertas para analisar os pontos positivos e negativos. Com perguntas como: “What is your opinion about this tool ?” What are the main positive and negative aspects? Do you have any suggestion for improvement? Durante a validação do artefato no workshop, foram discutidas as características dos cursos Moocs das universidades federais brasileiras e como estes são utilizados para capacitação. Foi realizada uma análise de conteúdo com uma abordagem qualitativa das respostas e sugestões dos docentes.

O artefato teve feedbacks positivos, sendo sugerido pelos participantes adicionar um filtro com o tipo do idioma para que a comunidade internacional consiga filtrar os cursos ofertados principalmente no idioma inglês e desta forma cursar. O workshop gerou insights interessantes para os participantes em que o artefato pode ser adaptado e desenvolvido mapeando os cursos das universidades do país.

Desta forma, percebe-se que o nosso artefato demonstra a sua eficácia e aplicabilidade.

4. Discussão

Atualmente, o termo MOOC pode ser aplicado em pelo menos três perspectivas, podendo ser considerado um curso, uma plataforma ou até mesmo um provedor. Para este estudo, é fundamental que se faça uma distinção conceitual, diferenciando uma plataforma MOOC de um provedor de MOOC, sendo que ambos disponibilizam aos seus usuários cursos online do tipo MOOC. Para (Ribeiro & Catapan, 2018) esta distinção está em fase inicial na literatura, mas já é possível encontrar pesquisadores que convergem

para alguns pontos comuns. Segundo os autores, o conceito de plataforma MOOC converge para ambientes digitais que permitem a criação e distribuição de um curso MOOC, contemplando suas funcionalidades de gestão. A plataforma MOOC é a solução tecnológica desenvolvida para essa finalidade.

Para (Jiménez-González et al., 2016) uma das maiores conquistas das plataformas ou provedores MOOCs foi a capacidade de reunir algumas das melhores universidades do mundo, desenvolvendo e oferecendo materiais e recursos por meio de cursos gratuitos.

O conhecimento é um processo efetivado por agentes humanos ou artificiais em atividades de geração de valor científico, tecnológico, econômico, social ou cultural. Os campos do saber são ilimitados; os processos de criação, gestão e disseminação do conhecimento podem ocorrer em diferentes áreas de estudo e a partir de visões de mundo distintas (Biagotti, 2016; Dávila & Dos Anjos, 2021). Para o autor, um curso do tipo MOOC, tema central desta pesquisa, é uma temática recente na área de e-learning ou de Educação a Distância (EaD), uma vez que os MOOCs representam uma proposta de aprendizagem online, que tem como foco a disseminação e o compartilhamento de conhecimento. A implementação de uma plataforma MOOC potencializa a expansão do processo de ensino aprendizagem, utilizando-se de Mídia de Conhecimento que se apoia nos recursos de tecnologias de comunicação digital atualizadas.

A implementação de um MOOC requer uma determinada plataforma, e nesse sentido este estudo se alinha também à área da Engenharia do Conhecimento, pois busca capturar o conhecimento das organizações e dos indivíduos e formalizá-lo em um sistema de maneira independente de domínio de modo a permitir sua apropriação e reuso em sistemas ou processos.

A importância dos cursos MOOCs se estende à área de capacitação de pessoas nas diversas instituições públicas, especialmente nas universidades, protagonistas do objeto desta pesquisa. Alinhado ao Decreto nº 9.991, de 28 de agosto de 2019, regulamentado pela Instrução Normativa nº 21, de 01 de fevereiro de 2021, a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas (PNDP) da administração pública federal direta, autárquica e fundacional foi elaborada com o objetivo de promover o desenvolvimento dos servidores públicos nas competências necessárias à consecução da excelência na atuação dos órgãos e das entidades da administração pública federal (Brasil, 2019). As universidades federais se configuram como órgãos do Sistema de Pessoal Civil (SIPEC). O SIPEC é uma entidade que engloba todas as instituições que exercem atividades relacionadas a administração de pessoal, sendo uma ferramenta criada pelo Governo Federal para otimizar a gestão benéficos aos servidores públicos, inclusive estabelecendo orientações quanto à implementação da PNDP.

Com isso, é pertinente abordar, conforme legislação supra, o conceito de ação de desenvolvimento, capacitação ou treinamento regularmente instituído, sendo “a atividade de aprendizagem estruturada para impulsionar o desempenho competente da atribuição pública em resposta a lacunas de performance ou a oportunidades de melhoria descritas na forma de necessidades de desenvolvimento, realizada em alinhamento aos objetivos organizacionais, por meio do desenvolvimento assertivo de competências”.

Em consonância àquilo que é estabelecido pelos dispositivos legais atrelados à administração de pessoal, respaldado pelo incentivo do governo às iniciativas de

capacitação permanente dos servidores e a redução de despesas de recursos públicos, cabe a proposta de uma plataforma única para gestão e disponibilização de cursos MOOCs. A plataforma suscitada fundamenta-se na interlocução produtiva entre ação de desenvolvimento, gestão do conhecimento e tecnologias de informação e comunicação, conforme apresentado de forma esquematizada pela figura 2.

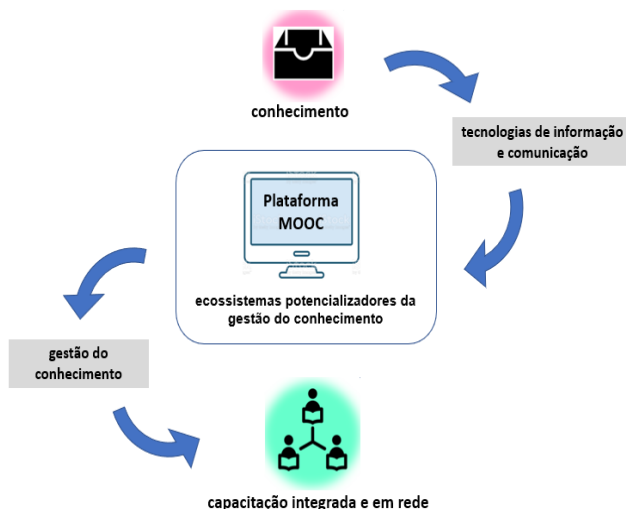


Figura 2 – Interlocução entre conhecimento, TICs, gestão do conhecimento e capacitação.

A plataforma MOOC como ecossistema potencializador da gestão do conhecimento em universidades federais brasileiras vem ao encontro das iniciativas de governo eletrônico e desburocratização no acesso pela sociedade aos serviços proporcionados pelos órgãos públicos. Em consonância, a capacitação continuada dos servidores federais é requerida em prol do alcance da excelência e efetividade nas suas entregas e em serviços fornecidos ao cidadão.

4.1. Proposta de plataforma única para oferta de cursos MOOCs

Na execução do Plano de Desenvolvimento de Pessoas, componente da PNDP, compete aos servidores compartilhar os conhecimentos obtidos, sempre que possível; utilizar os conhecimentos obtidos no desenvolvimento do trabalho e fornecer à unidade de gestão de pessoas informações que permitam avaliar se a ação conseguiu suprir a necessidade de desenvolvimento. Aos órgãos e entidades cabe incentivar e oportunizar a disseminação do conhecimento obtido pelos seus servidores.

Diante disso, como apontado por (Bianchi et al. 2017), as universidades públicas podem se beneficiar com a criação de uma plataforma única de ensino para cursos MOOC. Constata-se que cada universidade busca criar seu próprio MOOC como uma marca que representa a sua instituição de forma a mostrar para a sociedade o que ela tem feito. Entretanto, as iniciativas das universidades e instituições de ensino superior ainda se

encontram dispersas e fragmentadas. A legislação que regulamenta a capacitação do servidor público federal é objetiva na definição de competências a serem desenvolvidas, orientando a necessidade de desenvolvimento e a capacitação esperada. A Tabela 2 (Brasil, 2021) apresenta a interlocução destes componentes de forma esquematizada:

Competência	Orientação da necessidade de desenvolvimento	Capacidade esperada
Competências de um setor público de alto desempenho	Transversais	Resolução de Problemas com Base em Dados
		Foco nos Resultados para os Cidadãos
		Mentalidade Digital
		Comunicação
		Trabalho em Equipe
		Orientação por Valores Éticos
		Visão Sistêmica
Competências de liderança	Pessoas	Autoconhecimento e desenvolvimento pessoal
		Engajamento de pessoas e equipes
		Coordenação e colaboração em rede
	Resultado	Geração de valor para o usuário
		Gestão para resultados
		Gestão de Crises
	Estratégia	Visão de futuro
		Inovação e mudança
		Comunicação estratégica

Tabela 2 – Desenvolvimento de competências do servidor público

De posse das informações categorizadas na Tabela 2, fomentados e respaldados pela legislação federal, é possível instrumentalizar o processo para criação e desenvolvimento de uma plataforma única de ensino para cursos MOOC. Essa plataforma poderá conduzir ao encorajamento das instituições de ensino superior a investir em estratégias de gestão do conhecimento. Entre as plataformas analisadas, a Lumina foi a que apresentou as informações mais acessíveis tanto visualmente quanto para busca dos cursos. Considerando-se que cada instituição disponibiliza diversos cursos online autoinstrucionais, elaborados por seus próprios servidores em atendimento às necessidades de desenvolvimento transversais e específicas do órgão, os cursos podem ser compartilhados com os servidores de todo os órgãos do SIPEC, multiplicando o conhecimento adquirido e disponibilizado por meio da plataforma única.

Além disso, a criação da plataforma única MOOCs das universidades federais seria uma catalizadora do processo de economia de recursos públicos, redução de despesas com pagamentos de ministrantes e tutores para os cursos de capacitação tradicionais. Adicionalmente, enquanto instrumento de suporte ao processo de gestão, a plataforma assume um papel determinante à tomada de decisão e no planejamento das ações desenvolvimento, permitindo uma visão sistêmica da oferta de cursos que ocorre em nível nacional, de forma interligada.

5. Conclusão

Cursos online abertos massivos atuam como ecossistemas potencializadores da gestão do conhecimento em universidades federais brasileiras, viabilizando o acesso permanente da sociedade em geral a ações de desenvolvimento certificadas, provenientes de instituições de ensino superior reconhecidas.

O presente artigo teve como objeto a pesquisa dos cursos MOOCs disponibilizados pelas 68 universidades federais brasileiras. Os resultados permitiram a identificação de 118 cursos em 07 plataformas, que somam uma carga horária total de 3526 horas. A lista dos cursos pode ser consultada, onde é possível fazer uma busca de cursos por nome, carga horária, plataforma utilizada, instituição de origem e o link de redirecionamento para a página institucional do curso.

A interlocução entre tecnologias de informação e comunicação e as práticas de gestão do conhecimento adquirem progressiva intimidade, reforçada pelas práticas de governo digital, alinhadas às medidas adotadas no serviço público no tocante às políticas de capacitação do servidor federal. A universidade pública, enquanto protagonista nos processos evolutivos da sociedade e dos maiores avanços científicos, acompanha os desafios da transformação digital dentro de seu contexto. Com isso, supera continuamente as barreiras do alcance do conhecimento, fornecendo a toda sociedade e a todo tipo de organização, ferramentas que permitem o acesso ao conhecimento e sua difusão de forma gratuita e com qualidade.

Este estudo se limitou a identificar os cursos MOOCs disponibilizados gratuitamente e com certificado pelas universidades federais brasileiras, não alcançando todos os órgãos do SIPEC. A plataforma desenvolvida permite executar filtros por universidades, tipo de plataforma e carga horária do curso, com diferentes tipos de ordenação. Para trabalhos futuros recomenda-se realizar uma busca considerando todos os órgãos do SIPEC, viabilizando a centralização das ações de desenvolvimento promovidas e disponibilizadas por e entre estes órgãos, fomentando a atuação e a capacitação em rede. Além disso, cabe a análise qualitativa de todos os cursos e classificá-los por categorias ou áreas, como por exemplo: tecnologia e sistemas de informação, gestão, idiomas entre outros. Destaca-se que a ferramenta e o portal continuarão a ser atualizados a fim de proporcionar à comunidade o acesso permanente aos cursos disponibilizados pelas universidades federais brasileiras.

Recomenda-se também a análise da plataforma única MOOCs, em que os alunos possam atribuir uma nota ao término do curso, informando o alcance de efetividade na sua atuação profissional e sugestões para aperfeiçoamento do conteúdo. Além disso, a fim de lograr êxito na sustentabilidade e eficácia da plataforma proposta, é pertinente a definição

de métodos padronizados de certificação adotados pelas instituições proponentes dos cursos. Com isso, a total consolidação dos cursos massivos no cenário educacional, com vistas à preocupação com a qualidade e uniformidade, deve ser priorizada.

Os autores pretendem expandir a identificação dos cursos MOOCs nos institutos federais de educação e em outras organizações, uma vez que a abordagem Design Science Research é um processo iterativo, a plataforma sempre será aperfeiçoada e novos cursos serem incluídos na lista. Além disso, sugere-se como ações de marketing e divulgação compartilhar com os países Lusófonos, uma vez que os cursos estão no idioma português é acessível para essa comunidade. Essas ações certamente podem dar visibilidade internacional para as universidades e alavancar ações de cooperação e parceria principalmente aos docentes que ministram ou estão envolvidos nos cursos lá ofertados.

Acknowledgments

This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (AP09057847 - Formation and development of a knowledge economy in the condition of digitalization of the Republic of Kazakhstan: conceptual basis and implementation perspective).

Referências

- Aires, R. W. do A. (2020). Desenvolvimento de Competências Gerais para a Sociedade em Transformação Digital: Uma Trilha de Aprendizagem para profissionais do setor industrial. UFSC.
- Aldowah, H., Al-Samarraie, H., Alzahrani, A. I., & Alalwan, N. (2020). Factors affecting student dropout in MOOCs: A cause and effect decision-making model. *Journal of Computing in Higher Education*. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09241-y>
- Altalhi, M. (2020). Toward a model for acceptance of MOOCs in higher education: The modified UTAUT model for Saudi Arabia. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10317-x>
- Barão, A., de Vasconcelos, J. B., Rocha, Á., & Pereira, R. (2017). A knowledge management approach to capture organizational learning networks. *International Journal of Information Management*, 37(6), 735–740. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.07.013>
- Biagiotti, B. de A. (2016). Avaliação da Qualidade da Informação de Cursos Massivos: Um Estudo de Caso do Telelab. UFSC.
- Bianchi, I., Dinis Sousa, R., & Pereira, R. (2021). Information Technology Governance for Higher Education Institutions: A Multi-Country Study. *Informatics*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/informatics8020026>

- Bianchi, I., Sousa, R. D., & Pereira, R. (2017). IT governance Mechanisms at Universities: An Exploratory Study. Twenty-Third Americas Conference on Information Systems, August, 1–11. <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1147&context=amcis2017>
- Bianchi, I., Sousa, R., Pereira, R., & Hillegersberg, J. (2017). Baseline Mechanisms for IT Governance at Universities. Research Papers, 1551–1567. https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/100
- Brasil. (2019). Decreto 9.991, de 28 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento de Pessoas da administração pública federal direta, autárquica e fundacional, e regulamenta dispositivos da Lei no 8.112, de 11 de dezembro de 1990, quanto a licenças e afastamentos para ações de desenvolvimento.
- Carrera, J., & Ramírez-Hernández, D. (2018). Innovative education in MOOC for sustainability: Learnings and motivations. Sustainability (Switzerland). <https://doi.org/10.3390/su10092990>
- Chaker, R., & Impedovo, M. A. (2021). The moderating effect of social capital on co-regulated learning for MOOC achievement. Education and Information Technologies. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10293-2>
- Connell, J., Kriz, A., & Thorpe, M. (2014). Industry clusters: An antidote for knowledge sharing and collaborative innovation? Journal of Knowledge Management, 18(1), 137–151. <https://doi.org/10.1108/JKM-08-2013-0312>
- Dávila, G. A., Andreeva, T., & Varvakis, G. (2019). Knowledge Management in Brazil: What Governance Mechanisms are Needed to Boost Innovation? Management and Organization Review, 15(4), 857–886. <https://doi.org/10.1017/mor.2019.10>
- Dávila, G. A., & Dos Anjos, E. C. (2021). Configurations of knowledge management practices, innovation, and performance: Exploring firms from Brazil. International Journal of Innovation Management, 25(06), 2150065. <https://doi.org/10.1142/S1363919621500651>
- do Carmo, E. A., Araújo, C. L., Abbad, G. S., & Menezes, P. P. M. (2019). O que se diz sobre os MOOCs? A produção científica brasileira sobre os Massive Open On-line Courses nos últimos 10 anos. RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, (33), 1–15.
- Ebone, D. S. (2015). Avaliação e Seleção de Plataforma para Cursos Online Abertos e Massivos em Instituições de Ensino Superior. UFSC.
- GNU. (2018). Traduções do termo “free software”.
- Goddard, J., & Puukka, J. (2008). The engagement of higher education institutions in regional development: An overview of the opportunities and challenges. Higher Education Management and Policy, 20(2), 11–41.
- Gregor, S., & Hevner, A. R. (2013). Positioning and Presenting Design Science Research for Maximum Impact. MIS Quarterly, 37(2), 337–355. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>

- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly: Management Information Systems*, 28(1), 75–105. <https://doi.org/10.2307/25148625>
- Jiménez-González, S. G., Mendoza-González, R., Luna-García, H., Martínez-Sandoval, C. A., Macias-Ruvalcaba, F., Moreno Rocha, M. A., & De La Parra González, I. (2016). Heuristic approach to evaluate basic types of interactions-communications in MOOCs. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/2967175.2967381>
- Julia, K., Peter, V. R., & Marco, K. (2021). Educational scalability in MOOCs: Analysing instructional designs to find best practices. *Computers & Education*, 161, 104054. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104054>
- March, S. T., & Smith, G. F. (1995). Design and natural science research on information technology. *Decision Support Systems*, 15(4), 251–266.
- Maturana, H. R., & Vaerla, F. J. (1992). *Tree of Knowledge: The Biological Roots of Human Understanding*. Shambhala Publications.
- Moreno-Marcos, P. M., Alario-Hoyos, C., Munoz-Merino, P. J., & Kloos, C. D. (2019). Prediction in MOOCs: A Review and Future Research Directions. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/TLT.2018.2856808>
- Pozón-López, I., Higuera-Castillo, E., Muñoz-Leiva, F., & Liébana-Cabanillas, F. J. (2021). Perceived user satisfaction and intention to use massive open online courses (MOOCs). *Journal of Computing in Higher Education*, 33(1), 85–120. <https://doi.org/10.1007/s12528-020-09257-9>
- Ranjith, P. V, Varma, A. J., & Ashwini, J. (2021). Connected Societies Through Digital Transformation. In *Emerging Challenges, Solutions, and Best Practices for Digital Enterprise Transformation* (pp. 199–220). IGI Global.
- Ribeiro, L. O. M., & Catapan, A. H. (2018). Plataformas MOOC e redes de cooperação na EAD. *Revista Emrede - Revista de Educação à Distância*, 5, 45–62.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial* (1a ed.). Edipro.
- Sengik, A. R., Lunardi, G. L., Bianchi, I., & Wiedenhöft, G. C. (2022). Using design science research to propose an IT governance model for higher education institutions. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11088-3>
- Swinerton, B., Hotchkiss, S., & Morris, N. P. (2017). Comments in MOOCs: Who is doing the talking and does it help? *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12165>
- Techopedia. (2021). Platform Definition—What does Platform mean?. 2017.
- World Economic Forum. (2016). The Future of Jobs Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. In *Growth Strategies*.

- Wu, B. (2021). Influence of MOOC learners discussion forum social interactions on online reviews of MOOC. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10412-z>
- Wu, B., & Li, P. (2020). Influence of MOOCs eWOM on the Number of Registrations and Completions. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3018132>
- Zahra, S. A., & George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185–203.

Influência de Práticas de Gestão do Conhecimento Aplicadas ao Desenvolvimento Ágil de Software

Diego Marconi Candal¹, Marcos Antonio Gaspar², Ivanir Costa³,
Fábio Luís Falchi de Magalhães⁴, Ramon Alves Ferreira⁵

**diegocandal@gmail.com; marcos.antonio@uni9.pro.br; ivanirc@uni9.pro.br;
fabiosimp@gmail.com; ramon.al.ferreira@gmail.com**

^{1,2,3,5} Universidade Nove de Julho, R. Vergueiro, 235-249, CEP: 01504-001, São Paulo (SP), Brazil

⁴ Universidade Federal de São Paulo, R. Talim, 330, CEP: 12231-280, São José dos Campos (SP), Brazil

DOI: 10.17013/risti.48.74-88

Resumo: O objetivo desta pesquisa é identificar a possível influência positiva da aplicação de práticas de gestão do conhecimento (PGC) no desenvolvimento ágil de software (DAS). Esta é uma pesquisa de natureza exploratória-descritiva e de abordagem qualitativa, que realizou revisão da literatura para estabelecer a proposição de pesquisa delineada, que foi refinada e validada a partir de teste de face e aplicação de *survey* controlado executado com emprego do método Delphi junto a especialistas acadêmicos e profissionais de mercado. Obteve-se consenso de 90,4% entre os especialistas consultados, validando assim a proposição de pesquisa estabelecida. Concluiu-se que as PGC podem influenciar positivamente o DAS. E ainda que as PGC podem facilitar as atividades, incentivar a equipe desenvolvedora de software a compartilhar suas descobertas e que estas são relevantes para as empresas e times de software, possibilitando a geração de benefícios ao serem aplicadas ao DAS destes tipos de empresas e times.

Palavras-chave: desenvolvimento de software; métodos ágeis; desenvolvimento ágil de software; gestão do conhecimento; práticas de gestão do conhecimento.

Influence of Knowledge Management Practices Applied to Agile Software Development

Abstract: This research aimed to identify the possible positive influence of the application of knowledge management practices (KMP) in agile software development (ASD). This exploratory-descriptive research with a qualitative approach carried out a literature review to establish the research proposition, that was refined and validated through a face/pilot test and controlled survey carried out with specialists and academics researchers by using the Delphi method. The research identifies a consensus of 90.4% among the specialists participating in the research, thus validating the established research proposition. At the end of this research, it was concluded that KMP can positively influence ASD and its elements can facilitate the activities, encourage the software development team to share their findings and that are relevant to companies and software teams, with

the possibility of generating benefits when applied to the ASD process of these companies and teams.

Keywords: software development; agile methods; agile software development; knowledge management; knowledge management practices.

1. Introdução

A importância do software e do seu desenvolvimento para as organizações e a sociedade atual é indicada por Pressman (2016, p.11), ao definir software como “elemento-chave na evolução de produtos e sistemas baseados em computador, sendo uma das mais importantes tecnologias no cenário mundial”. Há de se considerar ainda a transformação digital na qual o mundo corporativo está inserido na atualidade, que “passa a integrar softwares aos produtos”, conforme enfatizam Collin *et al.* (2015, p. 33). Como resultado, Gebhart, Giessler e Abeck (2016, p. 137) afirmam existir uma “constante demanda por inovação para que as empresas ofereçam softwares cada vez mais personalizados, com velocidade e diferencial competitivo”. Assim, o desenvolvimento de software evoluiu sendo influenciado pela filosofia *Lean Thinking* a partir da adoção dos Métodos Ágeis (MA), que são parte desta evolução, conforme apregoam Sambinelli e Borges (2016).

As empresas que comercializam software ou que possuem departamentos de desenvolvimento de software, neste estudo denominadas Empresas de Software (ES), tem adotado cada vez mais os MA, conforme indica o relatório Agile Report (2021, p. 6,8) ao expor que “94% das ES já adotaram algum método ágil para auxiliar ou controlar completamente o processo de desenvolvimento de software, sendo que em 64% destas, a adoção teve como principal razão a aceleração da entrega e o aprimoramento da habilidade no gerenciamento das prioridades quando surgem mudanças”.

Por definição, os MA se baseiam em criar um ambiente colaborativo no qual o conhecimento tácito individual esteja presente no cotidiano das equipes, sendo assim partilhado entre seus membros. A opção por manter parte considerável do conhecimento da ES no formato tácito é preocupante, pois conforme indicam Booz (2018), Johnson (2018) e Computerworld (2019), este tipo de empresa possui alta taxa de *turnover* voluntário, o que adiciona maior risco ao seu processo de software. Isto porque o frequente desligamento de colaboradores, conforme indicado por Lin, Robles e Serebrenik (2017, p. 66) poderia causar “um hiato de conhecimento crítico para manter um ou mais softwares ou projetos da empresa”.

A gestão do conhecimento é capaz de gerenciar o ativo conhecimento na empresa, notadamente por meio da aplicação de processos, práticas e ferramentas. Assim, diferentes práticas de gestão do conhecimento (PGC) são voltadas ao tratamento do conhecimento tácito e podem ser aplicáveis ao desenvolvimento ágil de software (DAS) nas cerimônias do processo de desenvolvimento de software. Em razão disso, vislumbra-se que a aplicação de PGC no DAS possa garantir melhor qualidade ao software a ser desenvolvido e entregue. Mesmo considerando-se que os MA e a gestão do conhecimento (GC) sejam abordagens distintas, mas visem a melhoria do processo de software, existem estudos que apontam para a eficiência isolada de ambos esses constructos quando aplicados ao desenvolvimento de software, tais como Muñoz *et al.* (2014), Balaid, Abd Rozan e Abdullah (2014) e Mejía *et al.* (2019). Tais estudos relacionaram GC com o

desenvolvimento de software e identificaram melhoria no processo ou apontaram a GC como fundamental para que as ES tenham prosperidade. Estudos conduzidos por Highsmith e Cockburn (2001) e Santana *et al.* (2015) obtiveram resultados similares, porém relacionando MA ao desenvolvimento de software.

Indumini e Vasanthapriyan (2018) indicam que o maior problema nas organizações é a baixa taxa de reutilização do conhecimento, assim como as barreiras existentes na transferência de conhecimento no DAS é um tema de pesquisa recente que merece mais estudos. Suryaatmaja *et al.* (2020) afirmam que implementar o DAS é desafiador devido à necessidade de converter o conhecimento tácito em explícito nas equipes e empresas. Já Kuusinen *et al.* (2017) enriquecem o debate ao apontarem que partilhar conhecimento seja essencial e que tem sido apontado que a indústria de software requer mais gerenciamento de conhecimento do que qualquer outro setor.

Em razão desses argumentos, entende-se que o processo de GC, bem como as práticas a ele associadas, assumem maior importância no caso das ES, uma vez que a matéria prima para o desenvolvimento do software é o próprio conhecimento. Assim, a proposição de pesquisa estabelecida é: práticas de gestão do conhecimento podem influenciar positivamente o desenvolvimento ágil de software. O objetivo desta pesquisa é identificar a possível influência positiva da aplicação de práticas de gestão do conhecimento no desenvolvimento ágil de software.

Após esta seção de introdução, este trabalho apresenta as seguintes seções: plataforma teórica estabelecida; método e materiais aplicados na pesquisa; apresentação, análise e discussão dos resultados da pesquisa e, por fim; conclusões da pesquisa.

2. Plataforma Teórica

2.1. Desenvolvimento Ágil de Software

O manifesto ágil foi um importante marco no desenvolvimento ágil de software (DAS). No ano de 2001, um grupo de desenvolvedores interessados em software simples, rápido, iterativo e de qualidade formaram a ‘Aliança Ágil’ (Agile Alliance, 2021). Esta entidade propôs um manifesto e uma declaração de princípios (Manifesto, 2020). O manifesto ágil reuniu representantes de diferentes métodos considerados ágeis que vinham sendo propostos até aquele momento, como o *Extreme Programming* (XP), *Scrum* e *Crystal*, dentre outros, além de pessoas interessadas em novas abordagens que fossem diferentes das anteriormente praticadas, que por sua vez são orientadas a extensa documentação e, muitas vezes, morosas (Larman, 2004).

Segundo Munoz e Oktaba (2011), os MA representam uma alternativa para o desenvolvimento de software, com foco no fator humano, do produto de software e ainda contribuindo para aumentar o relacionamento com clientes. Estes métodos fornecem entregas frequentes de software em operação, permitindo assim alterações de requisitos e envolvimento direto do cliente.

A partir da pesquisa conduzida e que permitiu a elaboração do relatório “*The 15th Annual State of Agile*”, realizada entre fevereiro e abril de 2021, na qual foram convidados indivíduos de diversas comunidades globais de desenvolvimento de software e que

recebeu 4.182 respostas, foram encontrados diversos indicadores que posicionaram o DAS como o principal método de se desenvolver softwares no ano de 2021. Este relatório evidencia que o DAS se tornou o método predominante na indústria de software ao expor que 94% das ES já adotaram algum método ágil para auxiliar ou controlar o processo de desenvolvimento de software. Em adição, o relatório aponta ainda que 64% destas empresas tiveram como principais razões acelerar a entrega de software, aprimorar as habilidades e gerenciar as prioridades quando surgem mudanças (Agile Report, 2021).

2.2. Práticas de Gestão do Conhecimento

Xavier, Oliveira e Teixeira (2012) indicam que a área de Sistemas de Informação tem contribuído para o avanço das pesquisas sobre gestão do conhecimento (GC) aplicada ao desenvolvimento de sistemas. As práticas de gestão do conhecimento (PGC) perfazem uma das vertentes mais usuais da aplicação de GC nas empresas. As PGC podem ser entendidas como um conjunto de ações, atividades, rotinas e hábitos que permitem o devido gerenciamento do conhecimento em uma empresa, durante o ciclo do processo de GC e suas etapas (identificação/criação, armazenamento, compartilhamento/disseminação, uso/aplicação, aprendizado e melhoria). Coombs e Hull (1998) indicam a existência de rotinas específicas chamadas de PGC que são particularmente importantes para moldar a base de conhecimento da empresa e disponibilizá-la para o processo de inovação. Estas rotinas contemplam o ciclo de vida do conhecimento em uma empresa que aplica e pratica a GC.

Gaspar *et al.* (2016) explanam que a gestão do conhecimento baseia-se em práticas e processos estruturados que visam melhor gerir o recurso conhecimento, o que identifica as PGC como um componente da GC na empresa. Dalkir (2013) traça um panorama interessante sobre a aplicação de práticas de GC para habilitar seu potencial na empresa ao afirmar que a capacidade dos indivíduos habilita potenciais competências e que a robusta aplicação de PGC é necessária para que este potencial seja alcançado.

As PGC, aliadas às ferramentas de T.I. e comunicação, têm como um de seus objetivos desenvolver a empresa para que esta seja eficiente ao buscar seus objetivos estratégicos, agregando assim valor aos produtos e auxiliando a criar vantagens competitivas, conforme indicado por Gaspar *et al.* (2016). Na visão de Law, Lau e Ip (2021), as PGC são essenciais às organizações e agem diretamente sobre as atividades de inovação das empresas, sendo indispensáveis em todo o processo de inovação e de novos produtos, enquanto o efeito moderador das PGC é muito relevante e impactante nas empresas de alta tecnologia, em especial.

Tal relevância das PGC e sua aplicabilidade nas empresas contemporâneas e de tecnologia é compreensível, visto que a área de atuação destas empresas acaba por envolver software, que por sua vez possui grande dependência de conhecimento para seu desenvolvimento. Sobre as PGC e a disseminação de conhecimento por meio de profissionais e equipes, Kuusinen *et al.* (2017, p. 136) afirmam que “a falta de práticas de compartilhamento de conhecimento além da equipe pode dificultar o compartilhamento e a sustentação do conhecimento em organizações ágeis”. Isto porque, ainda conforme os autores, “os métodos ágeis facilitam o compartilhamento de conhecimento na equipe, mas oferecem suporte limitado para o compartilhamento de conhecimento fora da equipe”.

2.3. Gestão do Conhecimento e Desenvolvimento Ágil de Software

Lucca, Ríos-Zaruma e Varvakis (2022) atestam que a GC pode ser aplicada ao mapeamento de processos na empresa, dentre os quais inclui-se o processo de desenvolvimento ágil de software. Análise realizada sobre estudos publicados que relacionam os constructos GC e DAS indicou que os principais tópicos abordados pertinentes a esta temática foram: a) Identificação e mapeamento da criticidade do conhecimento em uma organização que utiliza DAS; b) Desafios de GC que as organizações enfrentam quando aplicam DAS, bem como os benefícios e problemas; c) Fraquezas e melhorias no processo de aplicação de GC no DAS; d) Reuniões do tipo *daily* e *retrospective* e suas relações com GC e DAS; e) Justificativas para a adoção de métodos ágeis e a importância da GC neste processo; f) Falha na implementação do DAS e como a GC poderia evitar; g) Compartilhamento de conhecimentos em grande empresa de software que utiliza DAS e h) Criação e compartilhamento de conhecimentos no DAS e no método tradicional.

Os trabalhos sobre a GC e DAS identificados na pesquisa bibliográfica executada são percorridos neste tópico, visando assim contribuir para o melhor entendimento da relação entre estes dois temas. Em estudo focado em avaliar os resultados da aplicação do método KCEM (*Knowledge Criticality Evaluation Method*), Ouriques (2019) analisou a criticidade do conhecimento em uma empresa que faz uso do DAS, tendo concluído que: a) a coleta dos itens de conhecimento pode ser demorada, dependendo de quanto grande é o processo analisado; b) o nível em que o item de conhecimento é avaliado deve ser definido antecipadamente para evitar confusão quanto ao contexto do item; c) as pontuações de relevância tendem a ser tendenciosas, porque os profissionais acreditam que todo o conhecimento é altamente relevante; d) ao permitir que o método tenha várias entradas, os profissionais podem avaliar o mesmo item simultaneamente; e) a avaliação deve ser seguida de questionamentos se este item de conhecimento já possui plano estratégico a ser gerenciado e, por fim; f) a existência de intervalos arbitrários para classificar os itens de conhecimento aumenta a necessidade de analisar as dependências dos itens individualmente.

Já sobre os desafios de GC que as empresas praticantes do DAS enfrentam na atualidade, Indumini e Vasanthapriyan (2018) concluíram que determinadas dimensões específicas do conhecimento ajudaram os praticantes ágeis a se tornarem cientes do conhecimento, permitindo ainda gerenciar o conhecimento nas práticas ágeis cotidianas de forma eficaz. Durante o estudo, os autores mapearam ainda os benefícios de implementar GC nas empresas para gerir o conhecimento que permeia o DAS, quais sejam: aumento da eficácia, escolha e aplicação de técnicas e métodos adequados, vantagens competitivas, redução de custos e aumento de produtividade.

Hafidz e Sensuse (2018) indicam que a ausência de documentação, a dependência de comunicação direta e a necessidade de suporte de ferramentas são os principais itens que geram motivação para aprimorar o DAS. Os autores descobriram que o DAS precisa aprimorar várias abordagens como *design*, requisitos não funcionais (segurança e proteção) e gerenciamento de risco e complementam que diversos problemas do DAS já possuem solução, desde que utilizada a devida abordagem. Andriyani, (2017) identificou em seu estudo que as práticas ágeis foram associadas aos três tipos de conhecimento de engenharia de software propostos por Ebert e De Man (2008): cronogramas, progresso da equipe e planos que representam o conhecimento do projeto; requisitos e projetos que

representam o conhecimento do produto e; por fim, técnicas de codificação e trabalho em equipe sincronizado que representam o conhecimento do processo. Esses três tipos de conhecimento são gerenciados por meio da execução de práticas ágeis e estratégias de GC.

Pavlič e Heričko (2018) idealizaram um novo método de desenvolvimento ágil que reduz o grau de suporte de tecnologias da informação e comunicação no ciclo de vida de desenvolvimento de um aplicativo, enquanto a comunicação entre os colaboradores foi maximizada. Como resultado, o conhecimento geral relacionado ao projeto aumentou. Suryaatmaja *et al.* (2020) entendem que o aprendizado é um fator essencial para alcançar um melhor desenvolvimento de software, já que este é sustentado por conhecimento do tipo tácito e que, considerando-se o modelo de aprendizado de Uchiyama (2009), implementar o DAS é problemático devido à necessidade de converter o conhecimento tácito em explícito.

Kuusinen *et al.* (2017) demonstram que o compartilhamento de conhecimento com os membros da equipe é significativamente mais fácil do que com clientes ou colegas da empresa que estejam fora de sua equipe. Percebeu-se a necessidade de motivadores extrínsecos para encorajar o partilhamento de conhecimento em toda a organização, especialmente onde essa partilha de conhecimento não é uma consequência automática da conclusão dos trabalhos que estão sendo executados. Os autores ainda apontam que partilhar conhecimento é essencial em qualquer organização, sendo ainda mais relevante em empresas da indústria de software, que naturalmente requer mais gerenciamento de conhecimento dada sua natureza.

3. Método e Materiais de Pesquisa

Esta é uma pesquisa de natureza exploratória-descritiva e de abordagem qualitativa, composta por duas etapas. A primeira etapa é uma revisão da literatura para explanar e entender o relacionamento entre os constructos abordados no estudo (PGC e DAS), com foco no objetivo de pesquisa definido. A segunda etapa é a aplicação de *survey* controlado com uso de método Delphi, conforme as etapas do processo de pesquisa deste método indicadas por Hallowell e Gambatese (2010). A proposição de pesquisa estabelecida nesta pesquisa assevera que a aplicação de PGC influencia positivamente o DAS.

A execução de *survey* controlado baseado no método Delphi foi precedida pela aplicação de um teste de face, no qual quatro especialistas na temática abordada foram consultados, sendo estes professores, pesquisadores e profissionais atuantes e com experiência mínima de dez anos no tema. Estes especialistas ajudaram a aperfeiçoar o questionário, que posteriormente foi aplicado no *survey* controlado.

A partir do instrumento de pesquisa validado pelos especialistas respondentes do teste de face aplicado, passou-se à etapa de aplicação do instrumento junto aos especialistas (diferentes daqueles que participaram do teste de face). Os principais autores base considerados para a elaboração das perguntas foram: Rus e Lindivall (2002), Gaspar *et al.* (2016), Shongwe (2017), Voigt (2017), Dingsoyr (2017), Scatolino (2019), Khalil (2019), Tenório (2020) e Shameem (2020). As seguintes assertivas que compuseram

o questionário aplicado no *survey* controlado foram: 1) A equipe desenvolvedora de software deve compartilhar e disseminar os conhecimentos criados e gerados durante o processo de desenvolvimento ágil de software; 2) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento contribui para a melhoria do processo de desenvolvimento ágil software; 3) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento contribui para otimizar o processo de manutenção de software desenvolvido com a filosofia ágil; 4) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento contribui para otimizar o processo de manutenção de software desenvolvido com os métodos tradicionais e que não compartilham da filosofia ágil; 5) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento facilita as atividades e incentiva a equipe desenvolvedora a compartilhar suas descobertas; 6) A não utilização de práticas de gestão do conhecimento prejudica o desenvolvimento ágil de software; 7) A não utilização de práticas de gestão do conhecimento prejudica a manutenção de software desenvolvido com a filosofia ágil; 8) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria das práticas ágeis utilizadas para o desenvolvimento de software; 9) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria do método ágil utilizado para o desenvolvimento de software; 10) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria da qualidade dos artefatos (*backlog* do produto, *backlog* da *sprint*) produzidos e utilizados durante o desenvolvimento ágil de software; 11) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria da qualidade das cerimônias realizadas durante o desenvolvimento ágil de software, tornando estas mais robustas e com informações mais relevantes para seus participantes; 12) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria do produto software que é entregue para validação do cliente e, por fim; 13) A aplicação de práticas de gestão do conhecimento possibilita a melhoria do desempenho da equipe desenvolvedora do software.

Para a primeira rodada do *survey* controlado com aplicação do método Delphi, as assertivas foram padronizadas com a quantidade de cinco alternativas para os respondentes determinarem seu grau de concordância, além de apresentarem um campo extra que permitia ao respondente expressar seu ponto de vista sobre o tema abordado em cada assertiva. As alternativas de resposta para expressar o grau de concordância eram listadas numa escala do tipo Likert de cinco pontos, quais sejam: '5 - Concordo totalmente', '4 - Concordo parcialmente', '3 - Não concordo, nem discordo', '2 - Discordo parcialmente' e '1 - Discordo totalmente'.

Os critérios e valores para a validação do atingimento de consenso (ou não) nas respostas dos especialistas participantes às assertivas estipuladas seguiram o estabelecido por Rowe e Wright (1999) e Grisham (2009). Os autores indicam que até 20% de respostas sinalizadas com '1 - Discordo totalmente', '2 - Discordo parcialmente' e '3 - Não concordo, nem discordo' indicam a necessidade de nova rodada para a assertiva estipulada; enquanto que acima de 80% de respostas sinalizadas com '4 - Concordo parcialmente' e '5 - Concordo totalmente' validam a assertiva apresentada, dispensando assim a necessidade de nova rodada do método Delphi.

O *survey* controlado foi aplicado a profissionais técnicos e gestores da área de software com, no mínimo, seis anos de experiência comprovada no DAS. Os perfis de especialistas que participaram do *survey* controlado foram: a) executivo de TI, gerente de produtos, agile coach, *scrum master* ou *product owner*; b) gerente geral de arquitetura de TI ou

gerente de sistemas; c) pesquisador em gestão do conhecimento e/ou métodos ágeis com experiência profissional de mercado em áreas de desenvolvimento de software.

As respostas fornecidas pelos participantes foram analisadas para se entender se existia concordância nos posicionamentos por eles externados. Existindo consenso entre os profissionais respondentes, os dados foram armazenados para posterior utilização. Em caso falta de consenso entre os profissionais pesquisados, um questionário adaptado foi elaborado para que mais uma rodada de respostas fosse executada. Este processo se repetiria até que haver consenso entre os participantes, para que assim fosse possível encontrar e entender o posicionamento efetivo da maioria dos profissionais envolvidos na pesquisa Delphi aplicada.

A motivação para o emprego do método Delphi nesta pesquisa deve-se não somente por ser um método já consolidado no meio científico, mas também pelas características dos constructos analisados neste estudo, que possuem grande influência de fatores humanos em suas definições.

4. Apresentação, Análise e Discussão dos Resultados

4.1. Aplicação de *Survey* Controlado do Método Delphi

Para a primeira rodada do método Delphi foram convidados especialistas na temática abordada nesta pesquisa para que pudessem participar como respondentes. Assim, o texto convite e o instrumento de pesquisa foram disponibilizados a 162 profissionais da área de desenvolvimento de software que fazem uso intensivo de métodos ágeis nas atividades de seu dia a dia. Dos 162 profissionais especialistas convidados recebeu-se 26 respostas ao questionário aplicado, o equivalente a 9,8% do universo de convites encaminhados. Destes 26 respondentes, dois tiveram que ser descartados por possuírem pouca vivência em metodologia ágil, restando assim 24 participantes com perfil e respostas válidos.

Acredita-se que o estabelecimento destes critérios para a validação do respondente seja imprescindível para estabelecer um perfil de qualidade dos participantes, o que contribuiu para a relevância das respostas dos 24 profissionais validados que apresentaram aderência à temática e ao objetivo desta pesquisa.

Para a apuração de consenso ou não nas respostas dos participantes considerou-se as argumentações de Rowe e Wrigth (1999) e Grisham (2009), que indicam que valores de respostas a partir de 80% de consenso sejam aceitáveis, uma vez que este índice representa haver consenso entre os respondentes para determinada assertiva. Desta forma, foi definido que uma nova rodada do método Delphi deveria ser realizada utilizando-se somente as perguntas nas quais a soma dos percentuais das respostas ‘Concordo parcialmente’ e ‘Concordo totalmente’ fosse inferior a 80%.

Assim sendo, havendo mais que 80% de respostas assinaladas com notas 4 (Concordo - nota 4) ou 5 (Concordo totalmente - nota 5), a respectiva assertiva não precisaria ser submetida a uma nova rodada de *survey* controlado na aplicação do método Delphi. Não obstante, havendo desacordo para alguma assertiva, ou seja, quando a assertiva não alcançou 80% de concordância por parte dos participantes, esta precisaria ser

reencaminhada aos especialistas respondentes que manifestaram seu desacordo naquela determinada assertiva.

4.2. Resultados do *Survey* Controlado Aplicado

Para demonstrar os resultados obtidos com a aplicação do instrumento de pesquisa durante o *survey* controlado realizado com base no método Delphi foi elaborada a Tabela 1, que apresenta o percentual consolidado das respostas fornecidas pelos 24 profissionais especialistas respondentes da pesquisa para cada uma das treze assertivas constantes no questionário.

Assertiva	Concordo totalmente CT (%)	Concordo parcialmente CP (%)	Nem concordo, nem discordo NCND (%)	Discordo parcialmente DP (%)	Discordo totalmente DT (%)	Nível de consenso (CT + CP)	Aceitação da assertiva (S/N)
1	95,8%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Sim
2	79,2%	20,8%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Sim
3	79,2%	16,7%	4,2%	0,0%	0,0%	95,8%	Sim
4	50,0%	33,3%	8,3%	8,3%	0,0%	83,3%	Sim
5	75,0%	20,8%	4,2%	0,0%	0,0%	95,8%	Sim
6	45,8%	37,5%	16,7%	0,0%	0,0%	83,3%	Sim
7	45,8%	37,5%	8,3%	4,2%	4,2%	83,3%	Sim
8	79,2%	16,7%	4,2%	0,0%	0,0%	95,8%	Sim
9	66,7%	16,7%	16,7%	0,0%	0,0%	83,3%	Sim
10	66,7%	20,8%	12,5%	0,0%	0,0%	87,5%	Sim
11	58,3%	25,0%	8,3%	8,3%	0,0%	83,3%	Sim
12	79,2%	20,8%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	Sim
13	66,7%	16,7%	12,5%	0,0%	4,2%	83,3%	Sim

Tabela 1 – Resultado consolidado das respostas às assertivas do questionário aplicado no *survey* controlado de método Delphi

Do total de 312 respostas obtidas para as treze assertivas respondidas pelos 24 especialistas participantes, apenas sete (2,2%) respostas indicaram que os respondentes não concordam com a proposição de pesquisa estabelecida, ou seja, responderam que ‘discordam parcialmente’ ou ‘discordam totalmente’. Outras 23 respostas (7,4%) indicaram um posicionamento neutro, ou seja, que o respondente ‘não concorda e nem discorda’ com as assertivas apresentadas. Por fim, 282 respostas (90,4%) representaram de forma mais contundente a opinião dos especialistas participantes da pesquisa, que assim expressaram concordar parcialmente ou concordar totalmente com as assertivas do questionário relacionadas à proposição de pesquisa delineada.

Ressalta-se que o consenso das respostas coletadas para as treze assertivas do questionário aplicado foi obtido durante a primeira rodada do método Delphi e, com

isso, não foi necessária a aplicação de nova rodada do método Delphi. Não obstante as treze assertivas terem alcançado consenso a partir da opinião dos profissionais respondentes da pesquisa, indicam-se dois conjuntos de resultados das assertivas: aquelas com percentual de consenso mais elevado e aquelas com percentual menos elevado. Assim, seis assertivas obtiveram um índice de consenso entre 95,8 e 100% e sete assertivas obtiveram um índice de consenso entre 83,3% e 87,5). As assertivas de consenso mais elevado foram as de número 1, 2, 3, 5, 8 e 12, abordando respectivamente os seguintes tópicos: equipe e compartilhamento de conhecimentos criados durante o DAS (100%); PGC e melhoria do DAS (100%); PGC e otimização da manutenção de software (95,8%); PGC facilitando atividades e incentivando a equipe a compartilhar conhecimentos (95,8%); PGC e melhoria de práticas ágeis (95,8%) e, por fim, PGC e melhoria de produto (100%).

Já as assertivas de consenso menos elevado foram as de número 4, 6, 7, 9, 10, 11 e 13, abordando respectivamente os seguintes tópicos: PGC e otimização da manutenção de software desenvolvido sem método ágil (83,3%); ausência de PGC prejudicando o DAS (83,3%); ausência de PGC prejudicando a manutenção de software (83,3%); PGC permitindo melhoria ao método ágil utilizado no DAS (83,3%); PGC e melhoria aos artefatos do DAS (87,5%); PGC e melhorias nas cerimônias do DAS (83,3%) e, por fim, PGC e melhoria do desempenho da equipe (83,3%).

Em função desses resultados é possível identificar que entre as assertivas de consenso mais elevado constam questões sobre manutenção de software, equipe, partilhamento de conhecimento e práticas ágeis e melhorias no DAS de forma genérica, sem que sejam abordadas melhorias mais específicas de determinados componentes do DAS (práticas e processo). Porém, dentre as assertivas de consenso menos elevado nota-se a exposição de questões que abordam a manutenção de software e componentes específicos do DAS, tais como artefatos, cerimônias, método e equipe. Dentre estas assertivas constam ainda duas negativas que tinham como objetivo diagnosticar um possível prejuízo ao DAS em caso da não utilização de PGC.

Enfatiza-se que todas as treze assertivas do questionário aplicado na pesquisa Delphi foram aceitas por consenso estabelecido entre os especialistas respondentes da pesquisa, uma vez que todas atingiram um índice de consenso acima de 80% nas respostas assinaladas como ‘concordo totalmente’ e ‘concordo parcialmente, que é aceitável segundo indicação de Rowe e Wright (1999) e Grisham (2009).

A partir do consenso obtido por meio da consolidação das respostas auferidas na pesquisa, entende-se que a proposição de pesquisa estabelecida foi validada pelos profissionais especialistas que participaram da pesquisa. Portanto, pode-se afirmar que: 1) a equipe desenvolvedora de software deve compartilhar e disseminar os conhecimentos criados e gerados durante o DAS; 2) a aplicação de PGC contribui para a melhoria do DAS; 3) a aplicação de PGC contribui para otimizar o processo de manutenção de software desenvolvido com a filosofia ágil; 4) a aplicação de PGC contribui para otimizar o processo de manutenção de software desenvolvido com os métodos tradicionais e que não compartilham da filosofia ágil; 5) a aplicação de PGC facilita as atividades e incentiva a equipe desenvolvedora a compartilhar suas descobertas; 6) a não utilização de PGC prejudica o DAS; 7) a não utilização de PGC prejudica a manutenção de software desenvolvido com a filosofia ágil; 8) a aplicação de PGC possibilita a melhoria das práticas

ágeis utilizadas para o desenvolvimento de software; 9) a aplicação de PGC possibilita a melhoria do método ágil utilizado para o desenvolvimento de software; 10) a aplicação de PGC possibilita a melhoria da qualidade dos artefatos (backlog do produto, backlog da sprint) produzidos e utilizados durante o DAS; 11) a aplicação de PGC possibilita a melhoria da qualidade das cerimônias realizadas durante o DAS, tornando estas mais robustas e com informações mais relevantes para seus participantes; 12) a aplicação de PGC possibilita a melhoria do produto software que é entregue para validação do cliente e, por fim; 13) a aplicação de PGC possibilita a melhoria do desempenho da equipe desenvolvedora do software.

5. Conclusões

Esta pesquisa teve como objetivo identificar a possível influência positiva da aplicação de práticas de gestão do conhecimento (PGC) no desenvolvimento ágil de software (DAS). Os resultados observados na pesquisa realizada permitiram identificar que a aplicação de PGC pode exercer influência positiva no DAS. De forma mais detalhada, foi possível verificar que todos os relacionamentos propostos na *survey* controlada realizada nesta pesquisa também foram validados. Assim sendo, foram validadas as seguintes correlações entre PGC e o DAS: 1) o processo de desenvolvimento ágil software pode ser influenciado pelas PGC; 2) o processo de manutenção de software pode ser influenciado pelas PGC; 3) as PGC podem influenciar as práticas ágeis utilizadas para o desenvolvimento de software; 4) as PGC podem influenciar o método ágil utilizado para o desenvolvimento de software; 5) as PGC podem influenciar os artefatos (backlog do produto, backlog da sprint) produzidos e utilizados durante o DAS; 6) as PGC podem influenciar as cerimônias realizadas durante o DAS; 7) as PGC podem influenciar a qualidade do produto final construído durante o DAS; 8) as PGC podem influenciar a equipe de profissionais atuantes no DAS.

Também foi possível concluir que a aplicação de PGC facilita as atividades e incentiva a equipe desenvolvedora de software que aplica métodos ágeis a partilhar suas descobertas e conhecimentos. Ou seja, os resultados apontam que a não utilização de PGC poderia prejudicar o DAS e a manutenção de software executada com aplicação da filosofia ágil. A partir dos resultados consolidados obtidos nesta pesquisa é possível afirmar que as PGC são consideradas relevantes para as empresas e times de software que atuam com DAS, indicando ainda a possibilidade de ocorrência de benefícios ao adicionar as PGC ao processo de DAS.

Os resultados obtidos neste estudo permitem, portanto, validar a proposição de pesquisa delineada, pela qual assevera-se que as PGC podem influenciar positivamente o DAS em diversos aspectos, a exemplo de suas práticas, método, artefatos, cerimônias, produto e profissionais/time. Tal indicação se estende à manutenção de software com aplicação de métodos ágeis.

Esta pesquisa contribui para os profissionais e gestores atuantes na área de software com evidências de que é possível otimizar o processo de desenvolvimento de software, desde que este faça uso de método ágil com a aplicação de práticas de Gestão do Conhecimento. Esta pesquisa também contribui para pesquisadores da Academia ao propor um modelo, cuja validação foi executada por pesquisadores e profissionais atuantes na temática

abordada. Assim, o referido modelo pode possibilitar a evolução dos estudos sobre a correlação entre a gestão do conhecimento e o desenvolvimento de software com a aplicação de métodos ágeis.

Os resultados alcançados na pesquisa executada apontam ainda alguns elementos do DAS que podem ser positivamente impactados com a aplicação de PGC. Tal indicação poderá auxiliar as empresas e profissionais a compreenderem de forma mais clara quais seriam os potenciais benefícios que devem ser considerados relevantes para o contexto de cada empresa ou equipe de desenvolvimento de software.

Como limitações desta pesquisa podem ser indicadas a baixa adesão dos profissionais convidados a responder o questionário aplicado para a etapa de *survey* controlado do método Delphi. Além disso, aponta-se também as próprias características do método Delphi, não obstante considere-se que sua aplicação seja bastante apropriada em pesquisas exploratórias, como é o caso deste estudo.

Como sugestão para futuras pesquisas indica-se a execução de estudos de casos em empresas de tamanhos variados, visando assim aferir e comparar no ambiente empírico de times e áreas de desenvolvimento de software os dois contextos (com aplicação de PGC no DAS e sem aplicação de PGC no DAS).

Referências

- Agile Alliance. (2021). *15th State of Agile Report*. <https://stateofagile.com/#ufh-i-661275008-15th-state-of-agile-report/7027494>.
- Andriyani, Y. (2017). Knowledge Management and Reflective Practice in Daily. In: Baumeister, H., Lichter, H., Riebisch, M. (eds.). *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming*. Lecture Notes in Business Information Processing, 283, Springer.
- Balaid, A., Abd Rozan, M. Z., & Abdullah, S. N. (2014). Influential factors of knowledge maps adoption in software development organizations: A pilot case study. In: Malaysian Software Engineering Conference (MySEC), 8th., 2014. *Proceedings...* MySEC, 2014, 201-205. <https://10.1109/MySec.2014.6986014>.
- Booz, M. (2018). These 3 industries have the highest talent turnover rates. LinkedIn. <https://www.linkedin.com/business/talent/blog/talent-strategy/industries-with-the-highest-turnover-rates>.
- Bowling, A. (1997). Measuring social networks and social support. In: Bowling, A. (ed.) *Measuring health: a review of quality of life measurements scales*. 2 ed. Buckingham: Open University Press, 91-109.
- Collin, J., Hiekkanen, K., Korhonen, J. J., Halén, M., Itala, T., & Helenius, M. (2015). *IT leadership in transition - The impact of digitalization on finish organizations*. Research report, Aalto: Aalto University Press.
- Coombs, R. & Hull, R. (1998). Knowledge management practices and path-dependency in innovation. *Research Policy*, 27(3), 239-256.

- Dalkir, K. (2013). *Knowledge management in theory and practice*. Burlington: Routledge.
- Dingsoyr, T., Moe, N. B., Faegri, T. E., & Seim, E. A. (2017). Exploring software development at the very large-scale: a revelatory case study and research agenda for agile method adaptation. *Empirical Software Engineering*, 23(1), 490-520.
- Ebert, C. & De Man, J. (2008). Effectively utilizing project, product and process knowledge. *Inf. Softw. Technol.* 50(6), 579-594.
- Gaspar, M. A., Santos, S. A. dos., Kuniyoshi, M. S., Donaire, D. & Prearo, L. C. (2016). Gestão do conhecimento em empresas atuantes na indústria de Software no Brasil: Um estudo das práticas e ferramentas utilizadas. *Inf. & Soc.:Est.*, 26(1), 151-166.
- Gebhart, M., Giessler, P. & Abeck, S. (2016). Challenges of the digital transformation in software engineering. In: ICSEA - Int'l Conf. Software Eng. Advances, 2016, 16th, 2016. *Proceedings...* IEEE, 136-141.
- Grisham, T. (2009). The Delphi technique: A method for testing complex and multifaceted topics. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(1), 112-130. <https://10.1108/17538370910930545>.
- Hafidz, M. U. A. & Sensude, D. I. (2018). A systematic literature review of improved knowledge management in agile software development. In: International Conference on Software Engineering and Information Management, 2nd. *Proceedings...* New York: ACM, 102-105. <https://10.1145/3305160.3305192>.
- Hallowell, M. R., & Gambatese, J. A. (2010). Qualitative research: Application of the Delphi method to CEM research. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136, 99-107.
- Highsmith, J. & Cockburn, A. (2001). Agile software development: the business of innovation. *Computer*, 34(9), 120-127. <https://10.1109/2.947100>.
- Indumini, U. & Vasanthapriyan, S. (2018). Knowledge management in agile software development - A literature review. In: National Information Technology Conference (NITC), 2018. *Proceedings...* 1-7, <https://10.1109/NITC.2018.8550066>.
- Johnson, T. (2018). *The real problem with tech professionals: high turnover*. New York: Forbes. <https://www.forbes.com/sites/forbesbusinessdevelopmentcouncil/2018/06/29/the-real-problem-with-tech-professionals-high-turnover/?sh=1be514514201>.
- Khalil, C. & Khalil, S. (2020). Exploring knowledge management in agile software development organizations. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 16(2), 555-569.
- Khan, A. A., Shameem, M., Kumar, R. R., Hussain, S. & Yan, X. (2019). Fuzzy AHP based prioritization and taxonomy of software process improvement success factors in global software development. *Applied Soft Computing*, 83, 105648, <https://10.1016/j.asoc.2019.105648>.

- Kim, M. & Rho, S. (2015). Dynamic knowledge management from multiple sources in crowdsourcing environments. *New Review of Hypermedia and Multimedia*, 21(3-4), 199-211.
- Kuusinen, K., Gregory, P., Sharp, H., Barroca, L., Taylor, K. & Wood, L. (2017). Knowledge sharing in a large agile organization: A survey study. In: Baumeister, H., Lichter, H., Riebisch, M. (eds.). *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming. Lecture Notes in Business Information Processing*, 283. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57633-6_9.
- Larman, C. (2004). *Agile and iterative development: A manager's guide*. New York: Agile Software Development Series.
- Law, K. M. Y., Lau, A. K. W., & Ip, A. W. H. (2021). The impacts of knowledge management practices on innovation activities in high and low-tech firms. *Journal of Global Information Management*, 29(6), 1-25. <https://doi.org/10.4018/JGIM.20211101.0a41>.
- Lin, B., Robles, G. & Serebrenik, A. (2017). Developer turnover in global, industrial open source projects: Insights from applying survival analysis. In: IEEE International Conference on Global Software Engineering (ICGSE), 12th, 2017. *Proceedings...* IEEE, 66-75. <https://doi.org/10.1109/ICGSE.2017.11>.
- Lucca, T. A. de., Ríos-Zaruma, J. & Varvakis, G. (2022). Metodologia para o mapeamento de processos sob a perspectiva da gestão do conhecimento: estudo de caso do PMI-SC. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (47), 339-351.
- Manifesto. (2001). *Manifesto for agile software development*. <http://agilemanifesto.org/>.
- Mejia, J., Rodríguez-Maldonado, I., Girón-Bobadilla, H. & Muñoz, M. (2019). Knowledge management in software process improvement: a systematic literature review. In: Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 14th, 2019. *Proceedings...* Cisti, 1-7. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760614>.
- Muñoz, O. & Oktaba, H. (2011). *Especialización de MoProSoft basada en el método ágil Scrum*. Madrid: Académica Española.
- Muñoz, E., Muñoz, M., García, E. C. & Mejia, J. (2014). Knowledge Management in Process Improvement and Best Practices Sharing. *IEEE Latin America Transactions*, 12(3), 469-474.
- Ouriques, R., Britto, R., Wnuk, K., Ouriques, J. F. & Gorschek, T. (2019). A method to evaluate knowledge resources in agile software development. In: International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM), 2019, *Proceedings...* ACM/IEEE, 1-6. <https://doi.org/10.1109/ESEM.2019.8870167>.
- Pavlic, L. & Hericko, M. (2018). Agile coaching: the knowledge management perspective. In: Uden, L., Hadzima, B., Ting, I. (eds.). *Communications in Computer and Information Science*, 877, 60-70. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95204-8_6.
- Pressman, R. (2016). *Engenharia de Software*. São Paulo: McGraw Hill Brasil.

- Rowe, G. & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353-375. [https://10.1016/S0169-2070\(99\)00018-7](https://10.1016/S0169-2070(99)00018-7).
- Rus, I. & Lindvall, M. (2002). Knowledge management in software engineering. *IEEE Software*, 19(3), 26-38.
- Sambinelli, F. & Borges, M. A. F. (2017). Lean thinking in software engineering: a systematic review. *International Journal of Software Engineering & Applications*, 8(3), 15-32.
- Santana, C., Queiroz, F., Vasconcelos, A. & Gusmão, C. (2015). Software Process Improvement in Agile Software Development A Systematic Literature Review. In: Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications, 13th, 2015. *Proceedings...* 325-332. <https://10.1109/SEAA.2015.82>.
- Scatonlino, A. & Camilo, R. (2019). Influence of agile methods application and knowledge management in software quality: a multivariate analysis. *Revista de Gestão e Projetos*, 10(3), 65-80.
- Shameem, M., Kumar, R., Nadeem, M. & Khan, A. (2020). Taxonomical classification of barriers for scaling agile methods in global software development environment using fuzzy analytic hierarchy process. *Applied Soft Computing*, 90, 106122. <https://10.1016/j.asoc.2020.106122>.
- Shongwe, M. M. (2017). Knowledge management in small software development organisations: A South African perspective. *South African Journal of Information Management*, 19(1), a784. <https://10.4102/sajim.v19i1.784>.
- Suryaatmaja, K., Wibisono, D., Ghazali, A. & Fitriati, R. (2020). Uncovering the failure of Agile framework implementation using SSM-based action research. *Palgrave Communications*, 6(8), 1-18. <https://10.1057/s41599-019-0384-9>.
- Tenório, N., Pinto, D., Silva, M. J., Almeida, I. C. & Bortolozzi, F. (2020). Knowledge management in the software industry: how Scrum activities support a knowledge management cycle. *Navus Revista de Gestão e Tecnologia*, 10, 01-13. <https://10.22279/navus.2020.v10.p01-13.928>.
- Uchiyama, K. (2009). *A concise theoretical grounding of action research: based on checkland's soft systems methodology and Kimura's phenomenological psychiatry*. Tokyo: Institute of Business of Daito Bunka University.
- Vasanthapriyan, S., Xiang, J., Tian, J. & Xiong, S. (2017). Knowledge synthesis in software industries: a survey in Sri Lanka. *Knowledge management research & practice*. 15(3), 413-430. <https://10.1057/s41275-017-0057-7>.
- Voigt, S. (2017). A method for documenting agile software projects. In: European Conference on Knowledge Management, 18th, 2017. *Proceedings...* 1035-1044.
- Xavier, L. A. O. P., Oliveira, M. & Teixeira, E. K. (2010). Teorias utilizadas nas investigações sobre gestão do conhecimento. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (10), 1-17. <https://doi.org/10.4304/risti.10.1-18>

Adoção da Nota Fiscal de Serviços Eletrônica: um Estudo sobre os Efeitos na Arrecadação de Imposto Sobre Serviço de Qualquer Natureza em Municípios do Rio Grande do Norte

João Paulo Oliveira Lucena¹, Thales da Costa Lago Alves¹,
Raquel Menezes Bezerra Sampaio¹

adm.jplucena@hotmail.com; thalesclago@gmail.com; raquelmbssampaio@gmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 59.072-970, Natal, Rio do Grande Norte, Brasil

DOI: 10.17013/risti.48.89–105

Resumo: Este trabalho estuda a relação entre a implantação da Nota Fiscal de Serviços Eletrônica (NFS-e) e a arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) em municípios de quatro microrregiões do Estado do Rio Grande do Norte. Aplica-se uma análise de dados em painel para os anos de 2013 a 2016 com base em informações oficiais sobre as datas de adoção da NFS-e e de arrecadação bruta do ISSQN, dimensão populacional, pessoal ocupado e assalariado, quantitativo de empresas atuantes e Produto Interno Bruto. Os resultados sugerem que a implantação da NFS-e, por todo um ano fiscal completo, repercute em cerca de 46% de acréscimo na arrecadação do ISSQN aos municípios que fazem uso da inovação, frente aos que não adotam esse recurso tecnológico, indicando que esta pode ser uma boa estratégia de combate à evasão fiscal e de aumento de arrecadação para pequenos municípios.

Palavras-chave: Arrecadação Tributária; Inovação; Nota Fiscal de Serviços Eletrônica; Dados em Painel.

Adoption of Electronic Services Invoice: A Study on the Effects on Tax Collection of Services of Any Nature in Municipalities of Rio Grande do Norte

Abstract: This work studies the relationship between the implementation of the Electronic Service Invoice (NFS-e) and the collection of the Tax on Services of Any Nature (ISSQN) in municipalities in four microregions of the State of Rio Grande do Norte. A panel data analysis is applied for the years 2013 to 2016 based on official information on the dates of adoption of the NFS-e and the gross collection of the ISSQN, population size, employed and salaried personnel, number of active companies and Gross Domestic Product. The results suggest that the implementation of the NFS-e, for a complete fiscal year, results in about 46% of increase in the collection of the ISSQN to the municipalities that make use of

the innovation, compared to those that do not adopt this technological resource, indicating that this can be a good strategy to combat tax evasion and increase revenue for small municipalities.

Keywords: Tax Collection; Innovation; Electronic Services Invoice; Panel Data.

1. Introdução

A sociedade moderna vem incorporando diversas inovações, desde a popularização das mídias sociais a mudanças e transformações de produtos introduzidos no mercado. Essas inovações têm provocado alterações no estilo de vida e necessidades das pessoas. Consequentemente, as decisões nas organizações passaram a exigir respostas mais imediatas e os modelos de gestão existentes foram forçados a dar espaço a conceitos contemporâneos e se adaptar ao meio globalizado.

A Tecnologia da Informação (TI) passou a permitir que dados e informações sejam compartilhados em pouco tempo ou até mesmo em tempo real. A TI colabora para que as informações sejam processadas de forma acelerada, contribuindo diretamente para a tomada de decisão. Logo, tal realidade não ficou limitada apenas à automação e produção, mas ganhou espaço também no processo empresarial de maneira ampla.

Diante desses fatos, foi inevitável que tal desenvolvimento chegasse à administração pública, onde surgiram ferramentas de controle para uso dos recursos públicos. Essa inovação é um processo estratégico, que possui uma reinvenção contínua do próprio negócio e da criação de novos conceitos de negócios (Hamel, 2000). E, ao fazer uso disto na administração pública, se torna possível oferecer aos cidadãos serviços com uma melhor qualidade e de forma mais ágil. Além disto, também é possível aprimorar a transparência, melhorando o processo democrático e o serviço público (Braga & gomes, 2016; Mazzei & Castro, 2016).

Em um cenário internacional, Winn & Zhang (2010) enfatizam que, em um contexto geral, todas as grandes economias se predispuseram a padronizar seus sistemas de impostos e desenvolver um sistema eletrônico de emissão de notas fiscais.

No Brasil, se teve desenvolvido o Sistema Público de Escrituração Digital (SPED), estabelecido pelo Decreto nº 6.022/07, surgido dentro do Programa de Aceleração do Crescimento do Governo Federal (PAC). Esta iniciativa compreende um conjunto de escriturações de documentos fiscais, entre outras informações, que são do interesse das Secretarias da Fazenda (SEFAZ) de cada estado, assim como da Secretaria da Receita Federal do Brasil (SRF), permitindo por sua vez um controle acerca da apuração de impostos originados das vendas de produtos ou prestações de serviços realizadas pelos contribuintes.

Para Young (2009), o SPED compreende uma modernização da sistemática para o cumprimento das obrigações acessórias, comunicadas pelos contribuintes às administrações e aos órgãos fiscalizadores, fazendo uso de uma certificação digital para fins de assinatura e bloqueio de conteúdo dos documentos eletrônicos, garantindo assim a validade jurídica de tais documentos.

O programa SPED busca também combater a grande evasão fiscal existente no Brasil (Walter & Ribeiro, 2007). E isto é possibilitado à medida que a diminuição dos custos com fiscalização física permite que os auditores realizem um trabalho com maior eficiência e eficácia, utilizando auditorias eletrônicas com o cruzamento das informações enviadas ao fisco pelos contribuintes, conforme *layouts* definidos pelo SPED (Faria *et al.*, 2010).

Anteriormente ao SPED, era mais comum os contribuintes brasileiros em muitos momentos praticarem atos ilícitos para fugir da alta carga tributária (Amaral *et al.*, 2009), pois o combate à sonegação não era praticado de forma eficiente. A fiscalização tributária no Brasil, até meados de 2006, era efetuada de um modo “artesanal”, uma vez que os agentes fiscalizadores visitavam as empresas e analisavam os registros contábeis e fiscais impressos em papel, o que exigia um grande dispêndio de tempo e energia para encontrar possíveis irregularidades.

O surgimento da Nota Fiscal Eletrônica (NF-e), um modelo digital de documento fiscal, veio substituir o modelo tradicional de nota fiscal feita em papel e que ganhou grande importância na transparência e no trâmite de emissão e recebimento de documentos fiscais, passando a permitir de forma simultânea o acompanhamento em tempo real das operações comerciais pelas entidades arrecadoras e fiscalizadoras.

Winn & Zhang (2010) expõem que os governos convergem para a utilização da nota fiscal eletrônica, uma vez que permitem um maior controle e monitoramento do Estado quanto ao pagamento de impostos e ampliação da competitividade global nos locais onde é implantada.

Assim, surge a Nota Fiscal de Serviços Eletrônica (NFS-e), que, de acordo com a Associação Brasileira das Secretarias de Finanças dos Municípios das Capitais (ABRASF), é “um documento de existência exclusivamente digital, gerado e armazenado eletronicamente pela prefeitura ou por outra entidade conveniada, para documentar as operações de prestação de serviços”.

Em teoria, a implantação da NFS-e permite aos municípios ter uma gestão mais eficiente e um maior controle de tributos. Dentre os tributos arrecadados por entes municipais, destaca-se o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), uma vez que ele é retido de forma integral pelos municípios.

A NFS-e foi implantada em diversas cidades brasileiras, desde grandes capitais até cidades interioranas. Nas microrregiões do Seridó Oriental, Seridó Ocidental, Serra de Santana e Vale do Açu, do Estado do Rio Grande do Norte, há registros de municípios que fizeram a implantação desse documento digital entre os anos de 2014 a 2017 e que prosseguem fazendo uso da inovação, são eles: Caicó (2014), Currais Novos (2014), Parelhas (2014), Lagoa Nova (2015), Alto do Rodrigues (2015), Assú (2016), São Vicente (2016), Carnaubais (2017), Cerro Corá (2017), Ipanguaçu (2017), Itajá (2017) e Porto do Mangue (2017).

Nesse sentido, torna-se relevante verificar se ocorreu aumento na arrecadação desses municípios a partir da utilização da NFS-e. Sabe-se que a literatura aponta que o controle aumenta, mas não se tem plena certeza se ele proporciona um crescimento na arrecadação de forma efetiva, ou se apenas supre a carência das administrações municipais de se adaptarem às mudanças ocorridas nas economias modernas e que

requer da administração tributária medidas mais eficientes para gestão e controles tributários.

Assim, questiona-se, então: **A implantação da NFS-e possibilitou aumento na arrecadação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) nos municípios onde foi implantado e qual seria esse aumento?**

A importância do tema se eleva expressamente no momento em que se coloca a realidade brasileira como alvo de análise. País que, cumpre ressaltar, busca se recuperar de perdas de receita ocasionadas por uma queda no consumo da população e na produtividade da indústria, o que reflete diretamente, de forma negativa, na arrecadação de tributos e, consequentemente, prejudica os repasses do Governo Federal aos municípios. Para tanto, a implantação de uma política de NFS-e poderia se configurar como um mecanismo de auxílio aos municípios, no sentido de diminuir esse impacto negativo, visto que esta política pode ocasionar uma maior arrecadação.

Torna-se ainda importante relatar que ao fazer consultas sobre a temática NFS-e em portais e periódicos científicos acadêmicos, em nível nacional, foi encontrado apenas um trabalho, o de Neto & Martinez (2016). No entanto, o referido trabalho faz um recorte da sua amostra apenas com os municípios que possuem mais de 100 mil habitantes, o que representa apenas, aproximadamente, 6% dos municípios brasileiros. Partindo do pressuposto de que essas cidades são mais desenvolvidas, dada a sua concentração populacional, o presente trabalho se propõe a fazer um recorte regional, onde todos os municípios possuem menos de 100 mil habitantes, utilizando o modelo de dados de painel, o que revela uma lacuna a ser preenchida, bem como seu caráter inédito. Os dados do modelo foram obtidos no *site* SINCONFI (Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro), no *site* do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e nos portais dos municípios ou por meio de ligações telefônicas.

Este trabalho se propõe a dialogar sobre como a adoção de mecanismos de TI pode contribuir com o aumento da arrecadação. Dando sua contribuição para a literatura nacional e internacional no que compreende os meios para diminuição da evasão fiscal através da TI.

Estudos sobre a avaliação quantitativa de programas de educação fiscal já foram realizados, como o de Mattos, Rocha & Toporcov (2013) que avaliaram o impacto do Programa Nota Fiscal Paulista sobre a arrecadação do Estado de São Paulo. Como também já foram realizados estudos acerca do impacto da NF-e, como é o caso do trabalho de Vieira *et al.* (2019) que verificou se a NF-e gerou como consequência um incremento na arrecadação do Estado de Goiás.

O principal resultado deste trabalho revela que a implantação da NFS-e, por todo um ano fiscal completo, repercute em cerca de 46% de acréscimo na arrecadação do ISSQN aos municípios que fazem uso da inovação.

Para atingir ao que se propõe, este estudo está estruturado em uma sequência iniciada por uma breve discussão a respeito da implantação da NFS-e e da arrecadação de ISSQN, seguida por uma revisão de literatura de evasão fiscal e tecnologia da informação e arrecadação tributária. Posteriormente, são apresentados os procedimentos metodológicos, dados e as estatísticas descritivas. Então, o trabalho prossegue com

a apresentação, análise e discussão dos resultados obtidos e encerra-se com as considerações finais acerca da pesquisa realizada.

2. A Nota Fiscal de Serviços Eletrônica e Arrecadação de ISSQN

Um dos principais compromissos dos municípios é a aproximação e interação com seus habitantes, por isso são desenvolvidos portais que oferecem serviços digitais municipais que os usuários finais possam realizar procedimentos *on-line* (D'amato, Dominguez, Perez, & Rubiales, 2016).

A NFS-e enquadra-se em uma destas formas de interação e de acordo com Teixeira (2018), o projeto da NFS-e vem sendo desenvolvido pela Receita Federal do Brasil de forma integrada com a ABRASF, obedecendo ao que foi firmado no Protocolo de Cooperação ENAT nº 02/2007, com intuito de desenvolver e viabilizar a implantação dessa funcionalidade.

A NFS-e foi concebida, conforme disponível no site da Receita Federal do Brasil, seguindo os seguintes pontos: criação de um modelo conceitual nacional que atendesse aos interesses das respectivas administrações tributárias; previsão de campos de interesse específico de cada ente que aderir ao sistema, dentro da NFS-e, e a criação da Sefin (Secretaria de Finanças) Virtual, através da qual são transmitidas as NFS-e para o Ambiente Nacional SPED.

Desta forma, a iniciativa visa a beneficiar as administrações tributárias, padronizando e melhorando a qualidade das informações, racionalizando os custos e gerando maior eficácia, como também, promovendo competitividade das empresas brasileiras através, principalmente, da racionalização de custos, resultante, preponderantemente, da dispensa da emissão e arquivamento de documentos em papel (Teixeira, 2018).

Neto & Martinez (2016) destacam as principais peculiaridades da NF-e e a NFS-e conforme exposto na tabela 1:

	NF-e	NFS-e
Armazenamento	Centralizado (Site Nota Fiscal Eletrônica)	Descentralizado (Portais das Prefeituras)
Linguagem	XML	XML
Assinatura	Certificado Digital	Certificado Digital ou autenticação do usuário
Objeto de documentação	Circulação de mercadorias	Prestação de serviços
Consulta	Via <i>Webservice</i>	Via <i>Webservice</i>
Padrão de Arquivo	Única	Diversificada
Envio	Via <i>Webservice</i>	Via <i>Webservice</i> ou manual

Tabela 1 – Diferenças entre NF-e e NFS-e

Na tabela acima duas diferenças principais requerem atenção. A primeira diz respeito ao armazenamento, enquanto a NF-e é de forma centralizada por meio do Portal Nacional

da Nota Fiscal Eletrônica, a NFS-e é armazenada a nível local, isto é, nos próprios portais das prefeituras, o que caracteriza um padrão descentralizado. A segunda diferença compreende o padrão do arquivo, a NF-e possui um modelo único, seguido em todo o território nacional, porém a NFS-e possui um modelo diversificado desenvolvido pelo sistema de informação contratado.

A implantação do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN ou ISS) se deu através da Emenda Constitucional nº 18, de 01/12/1965. Este, caracteriza-se como tributo substituto do Imposto sobre Indústrias e Profissões (IIP), que passou da esfera estadual para a municipal a partir da Constituição Federal de 1946 (Tristão, 2003).

A competência atribuída aos municípios, quanto à instituição do ISSQN, é estabelecida pelo art. 156, III, da Constituição Federal de 1988. Cabendo aos municípios a implementação do imposto através de lei ordinária. Mesmo assim, a estrutura normativa do tributo está disciplinada atualmente, em nível nacional, pela Lei Complementar nº 116/2003 (Neto & Martinez, 2016).

O Art. 3º da Lei Complementar 116/2003 estabelece que se deve considerar o local do estabelecimento do prestador como o do serviço prestado e, portanto, onde o imposto é devido. Esse artigo ainda coloca que, caso não haja estabelecimento do prestador no local do serviço prestado, deverá ser considerado o local do domicílio do prestador para os fins de aplicação do tributo, exceto nas hipóteses previstas nos incisos que compõem o citado artigo, quando o imposto será devido no local da prestação.

Um dos grandes problemas com que os municípios se deparam é a má utilização de sistemas informação, associado ao não-alinhamento com as políticas implementadas e desejadas (Filipe & Álvaro, 2012). Neste sentido, Rocha (2012) atenta para os conflitos intermunicipais ocasionados pelo aspecto territorial do ISS, destacando a tarefa complexa que é identificar se o imposto é devido no local do estabelecimento prestador ou da efetiva prestação do serviço.

Essas indefinições têm gerado insegurança jurídica com repercussões negativas, principalmente, na esfera dos direitos fundamentais do contribuinte, que, habitualmente, encontra-se no dilema de definir a quem pagar seus impostos, inclusive arcando com gastos em duplicidade sobre o mesmo tributo, recolhendo a obrigação mais de uma vez, por temer sanções legais (Rocha, 2012).

3. Revisão da Literatura

Analisando a literatura internacional que relaciona a tecnologia da informação à arrecadação tributária, destaca-se o trabalho de Chatama (2013), que examinou como o uso das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação) modernizou os procedimentos de administração tributária e melhorou a arrecadação de receitas no Departamento do Grande Contribuinte da Autoridade Tributária da Tanzânia. Os relatórios da Autoridade Tributária da Tanzânia (TRA) revelam que a receita real aumentou, passando de 204.397,50 milhões de Xelim Tanzaniano em 2001/2002 para 1.605.751,20 bilhão de Xelim Tanzaniano em 2008/2009. Esta arrecadação passou a representar 41% do total em 2008/2009, antes, em 2001/2002, era 23%. O trabalho ainda ressalta que embora outros fatores na economia, como o aumento do comércio interno, redução da

importação e maior dependência de produtos domésticos, podem causar o aumento e, se não houver uma boa administração tributária, a receita não será refletida nas cobranças. Segundo os autores, o aumento da receita comprova que o uso das TICs melhora a administração fiscal.

Seguindo na linha dos resultados proporcionados pelo uso da TI aplicado a um país específico, o trabalho de Weru *et al.* (2013) possuiu como um dos seus objetivos estabelecer se o sistema Registro de Impostos Eletrônicos (ETR) aumentou a arrecadação dos impostos em Nairóbi, Quênia. A Autoridade Tributária do Quênia (KRA) até 2005 fazia uso de métodos de coleta de impostos que eram propensos à sonegação e não tinham uma memória fiscal que pudesse registrar e armazenar informações fiscais. A KRA embarcou em um projeto de dois anos que exigia a implementação de mudanças em todos os níveis, começando da Gerência da Autoridade Tributária, em cascata até a equipe, e distribuindo-a aos clientes/usuários do ETR. As principais conclusões indicaram que o sistema ETR tinha aumentado a arrecadação de impostos nas instalações comerciais em Nairóbi em torno de 5% ao ano até 2007, último ano exposto no trabalho, e que o sistema tinha, em grande medida, ajudado a lacrar as brechas da evasão fiscal em Nairóbi.

No que compreende o uso da TI na gestão de municípios brasileiros, Moreno *et al.* (2007) conduziram um trabalho que buscava compreender como um sistema, *Enterprise Resource Planning* (ERP), poderia contribuir com as operações realizadas pela administração pública municipal e permitir a tomada de decisões importantes para o município de Lençóis Paulista em 2006. Os resultados apontaram que, entre outras coisas, ocorreu redução de custos e aumento de arrecadação do município. Uma economia de cerca de R\$ 500.000,00 foi gerada na aquisição de sistemas operacionais de rede, softwares básicos e aplicativos, tendo em vista a definição de se utilizar *software* aberto (família *Linux* e *OpenOffice*). Também ocorreu uma ampliação da arrecadação própria em torno de 43% no Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e de 95% no ISSQN. Os autores concluíram que a implantação do sistema integrado com a utilização de *softwares* livres permitiu uma redução substancial nos custos de desenvolvimento do projeto.

O trabalho de Neto & Martinez (2016), brasileiro, similar ao que este trabalho se propôs a fazer, buscou investigar a relação entre os aumentos de arrecadação no ISSQN per capita e os efeitos da implantação do sistema de notas fiscais de serviços eletrônicas para municípios com mais de 100 mil habitantes usando o modelo de diferenças em diferenças. Em contraste com os demais estudos, seus resultados não apresentam evidência de um aumento da arrecadação de ISSQN per capita após a implantação das notas fiscais de serviços eletrônicas.

Em resumo, a literatura internacional que investiga a relação entre TI na arrecadação tributária indica que a sua implementação, geralmente, implica em aumento da arrecadação, com resultados mais e menos expressivos, e que isto contribui para a melhora da gestão. Já a incipiente literatura nacional apresenta dois artigos com resultados bem distintos. No entanto, destaca-se que eles usam metodologias bem distintas, sendo o estudo de Moreno *et al.* (2007) um estudo de caso para um município com população estimada em aproximadamente 68 mil pessoas, enquanto Neto & Martinez (2016) utilizam modelos de diferença em diferenças, uma abordagem estatisticamente mais robusta para capturar efeitos da implantação de uma política, além de analisar uma

amostra de municípios bem mais abrangente, com aqueles que possuem mais de 100 mil habitantes.

4. Dados e Prodecimentos Metodológicos

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados de diversas fontes. A principal limitação no número de municípios a ser incluídos na amostra ocorreu na coleta de informações sobre datas de efetiva implementação da NFS-e. Foram analisados documentos oficiais disponíveis nos sites dos municípios para identificar o ano da implantação da nota fiscal de serviços eletrônica, sendo realizadas também ligações telefônicas para confirmar informações, quando foi o caso.

Assim, a fim de fazer essa checagem mais precisa sobre as datas de adoção da política, decidiu-se, inicialmente, focar apenas nos municípios do Seridó Potiguar. Porém, ao se aprofundar na pesquisa se descobriu que existem divergências sobre os municípios que compõem esta região. O IBGE classifica que, oficialmente, o Seridó Potiguar possui 17 municípios e estes são divididos em duas microrregiões, a Seridó Oriental e a Seridó Ocidental. No entanto, social e historicamente, foram integrados ao Seridó outros oito municípios, só que estes fazem parte de outras duas microrregiões, a Serra de Santana e o Vale do Açu. Por isto, foram incluídos na amostra todos os municípios destas outras duas microrregiões a fim de também alcançar maior robustez nos resultados. Ao final, a amostra conta com dados de 33 municípios¹ pertencentes a quatro microrregiões do estado.

Com vistas a identificar o valor da receita oriunda da arrecadação do ISSQN, foram consultadas, através do SINCONFI, as declarações referentes aos balanços anuais dos municípios pesquisados dos anos de 2013 a 2016. Além disso, foram consultadas, através do IBGE, a pesquisa da população estimada, a pesquisa de cadastro central de empresas e a pesquisa do produto interno bruto dos municípios. Todas com o intuito de coletar dados sobre variáveis de controle que foram incluídas no modelo da pesquisa.

Cabe ainda ressaltar que para fins de análise foram considerados os dados destes municípios de 2013 a 2016, em virtude de estarem disponíveis todas as informações de interesse deste trabalho à época da coleta, sendo que também se optou por deixar no grupo de tratamento aqueles municípios que possuíam funcionamento completo ou parcial, nos anos de 2014, 2015 e 2016, sendo eles: Caicó, Currais Novos, Lagoa Nova, Parelhas e São Vicente.

Quatro municípios foram retirados da amostra objetivando não prejudicar os resultados da pesquisa. Alto do Rodrigues, Cerro Corá e Tenente Laurentino Cruz apresentaram arrecadação do ISSQN zerada em pelo menos um dos quatro anos levantados pelo estudo, mostrando provável não declaração dos dados nestes anos. Já o município de

¹ Acari, Assú, Alto do Rodrigues, Bodó, Caicó, Carnaúba dos Dantas, Caraubais, Cerro Corá, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Florânia, Ipanguaçu, Ipeira, Itajá, Jardim de Piranhas, Jardim do Seridó, Jucurutu, Lagoa Nova, Ouro Branco, Parelhas, Pendências, Porto do Mangue, Santana do Matos, Santana do Seridó, São Fernando, São João do Sabugi, São José do Seridó, São Rafael, São Vicente, Serra Negra do Norte, Tenente Laurentino Cruz e Timbaúba dos Batistas.

Carnaubais foi excluído por não apresentar nenhum resultado para a referida arrecadação de imposto nas fontes oficiais pesquisadas, dentro do recorte temporal do estudo.

O modelo econométrico utilizado foi o de dados em painel, que apresenta como vantagens a redução de problemas ocasionados pela colinearidade em meio às variáveis explicativas, geração de um maior número de observações e a capacidade de se controlar por fatores não observados que sejam invariantes no tempo. A seguinte equação representa o modelo proposto para a arrecadação do município no instante t :

$$Arrecadação_{it} = X_{it}\beta + \sum_{t=2}^T \gamma_t + \alpha_i + u_{it}$$

Em que: a variável dependente é a arrecadação municipal com ISSQN; X_{it} é uma matriz de características do município que variam no tempo, incluindo a principal variável de interesse que é a *dummy* para adoção da NFS-e pelo município i no ano t , bem como população, número de empresas atuantes, pessoal ocupado, pessoal ocupado assalariado, média salarial, PIB a preços correntes e valor adicionado bruto a preços correntes dos serviços; γ_t é um variável *dummy* para o ano t ; u_{it} representa características não observadas do município i que são fixas no tempo; e o, por fim, o termo u_{it} representa o erro do modelo para o município i no ano t .

Dois estimadores são utilizados para a análise dos dados em painel: o de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios que diferem entre si pela hipótese de correlação possível ou não entre as características não observadas e invariantes no tempo (α_i) e demais variáveis incluídas no modelo (X_{it}). Em situações em que α_i não é correlacionado com todas as variáveis explicativas, o modelo de efeitos aleatórios é o mais indicado. Contrariamente, se α_i for correlacionado com algumas variáveis explicativas, o modelo de efeitos fixos deve ser utilizado. Nesse último caso, o modelo de efeitos aleatórios pode ocasionar estimadores inconsistentes. O teste de Hausman avalia a escolha entre estes dois modelos.

A seguir, são apresentadas na tabela 2 as estatísticas descritivas referentes aos dados dos anos de 2013 a 2016. Os números conjuntos de todos os municípios integrantes da amostra estão divididos entre a não implantação, a implantação parcial e a implantação completa da NFS-e em cada ano.

	2013	2014		2015		2016	
	Sem NFS-e	Sem NFS-e	Parcial	Sem NFS-e	NFS-e Completo	Sem NFS-e	NFS-e Completo
Nº de municípios	29	27	2	25	4	25	4
Arrecadação do ISSQN (R\$)	796.538 (1.567.921)	690.018 (1.337.193)	4.315.397 (646.764)	701.793 (1.505.408)	2.423.587 (1.880.830)	740.906 (1.652.092)	2.877.985 (1.696.544)
População	13.750 (15.601)	10.720 (10.563)	55.735 (15.591)	10.177 (10.812)	37.226 (23.737)	10.253 (10.886)	37.455 (23.892)

	2013	2014		2015		2016	
	Sem NFS-e	Sem NFS-e	Parcial	Sem NFS-e	NFS-e Completo	Sem NFS-e	NFS-e Completo
ISSQN per capita (R\$)	64,06 (152,23)	53,57 (69,12)	78,89 (10,46)	59,06 (98,54)	61,34 (8,85)	70,18 (146,85)	88,10 (52,51)
Nº de empresas atuantes	257,45 (357,31)	165,92 (198,74)	1.160 (309,71)	152,64 (191,80)	751,80 (491,80)	143,68 (174,46)	764,75 (497,6)
Pessoal ocupado	2.071 (2.714)	1.411 (1.525)	9.743 (3.961)	1.231 (1.392)	6.100 (4.470)	1.137 (1.241)	5.848 (4.366)
Pessoal ocupado assalariado	1.776 (2.259)	1.233 (1.316)	8.117 (3.255)	1.067 (1.182)	5.125 (3.667)	981 (1.045)	4.849 (3.532)
Média salarial (salários mínimos)	1,59 (0,27)	1,585 (0,22)	1,65 (0,07)	1,57 (0,16)	1,60 (0,16)	1,54 (0,18)	1,725 (0,32)
PIB a preços correntes (x1000 R\$)	162.682 (225.104)	138.800 (169.164)	751.580 (255.433)	118.155 (163.217)	511.497 (373.818)	115.092 (147.951)	557.088 (379.778)
Valor adicionado bruto a preços correntes dos serviços (x1000 R\$)	7.422 (5.692)	7.492 (5.703)	19.027 (4.323)	32.644 (62.107)	225.287 (211.336)	33.449 (62.064)	242.788 (225.920)

Tabela 2 – Estatísticas descritivas da implantação da NFS-e de 2013 a 2016

A tabela demonstra que os municípios que tinham a política implantada parcialmente ou integralmente em um ano apresentam, em todos os anos, uma média maior de arrecadação do ISSQN dos que não tinham a política.

Observa-se, a partir das colunas de 2015, primeiro ano contendo municípios com implantação completa da NFS-e, uma diferença significativa na média de arrecadação anual entre o grupo de controle e o de tratamento, onde o valor deste último é quase 3,5 maior que a média daquele. Isso se deve à amplitude da amostra dos municípios sem implantação completa da NFS-e em 2015, que soma 25 observações e alto desvio padrão para a média aferida, com uma variação entre os registros de R\$ 66.874,00 (Itajá) a R\$ 7.311.503,70 (Assu). Enquanto o grupo de tratamento possui 4 observações e uma variação bem menos extensa, que vai de R\$ 841.620,80 (Lagoa Nova) a R\$ 5.008.781,59 (Caicó).

Percebe-se, com relação a 2015, que no ano de 2016 há um leve aumento na média de arrecadação do ISSQN de, aproximadamente, 5,6% entre os 25 municípios sem a implantação da política. Já quando se compara a média de arrecadação do ISSQN do grupo com implantação completa da NFS-e, entre 2015 e 2016, se observa um acréscimo bem mais significativo do que o aferido na arrecadação do grupo de controle. A diferença

entre os dois anos no grupo de tratamento chega a um acréscimo de 18,75%, quase quatro vezes o aumento percentual percebido na arrecadação dos municípios sem implantação completa da NFS-e no período aferido.

5. Análise e Discussão dos Resultados

A tabela 3 apresenta os resultados aferindo os efeitos das variáveis independentes sobre o logaritmo da arrecadação do ISSQN, com estimação robusta a cluster para os modelos com efeitos fixos e aleatórios.

VARIÁVEIS	Log da arrecadação do ISSQN	
	Efeitos fixos	Efeitos aleatórios
<i>NFS-e ano completo implantação</i>	0,398** (0,177)	0,467*** (0,144)
<i>População</i>	0,000122 (0,000288)	0,000132*** (0,0000323)
<i>Nº de empresas atuantes</i>	0,00185 (0,00280)	0,000380 (0,00209)
<i>Pessoal ocupado</i>	-0,00151 (0,00296)	0,000125 (0,00182)
<i>Pessoal ocupado assalariado</i>	0,00127 (0,00294)	-0,000336 (0,00192)
<i>Média salarial</i>	0,675* (0,381)	1,028** (0,403)
<i>PIB a preços correntes</i>	0,00000346* (0,00000199)	0,00000375** (0,00000180)
<i>Valor adicionado bruto a preços correntes dos serviços</i>	-0,0000143 (0,00000860)	-0,0000157*** (0,00000530)
<i>d2013</i>	-0,147* (0,0849)	-0,149* (0,0792)
<i>d2014</i>	0,0339 (0,0705)	0,0264 (0,0705)
<i>d2016</i>	0,121* (0,0674)	0,124** (0,0616)
<i>Constante</i>	10,54** (4,075)	9,712*** (0,542)
<i>Observações</i>	116	116

VARIÁVEIS	Log da arrecadação do ISSQN	
<i>R-quadrado (within)</i>	0,2775	0,2649
<i>(between)</i>	0,7197	0,7993
<i>(overall)</i>	0,6976	0,7737
<i>Número de grupos</i>	29	29

Notas: erros-padrão entre parênteses. ***nível de significância a 99% ($p < 0,01$), **nível de significância a 95% ($p < 0,05$), *nível de significância a 90% ($p < 0,1$).

Tabela 3 – Resultados

Para decidir o modelo adequado de dados em painel, aplicou-se o Teste de Hausman. As regressões, considerando os dois efeitos, têm como variável dependente o log da arrecadação total do ISSQN, de forma a linearizar o modelo e diminuir potencial efeito de *outliers*, juntamente com nove variáveis explicativas e três *dummies* de tempo. O teste aplicado apontou que não é possível rejeitar a hipótese nula de que o modelo mais adequado é o de efeitos aleatórios, já que a estatística do teste chi-quadrado com nove graus de liberdade foi de 8,16, estando associada a um p-valor de 0,518.

Constatada a consistência da aplicação do método de efeitos aleatórios, a análise foi direcionada ao modelo com efeitos aleatórios. Com isso, os resultados obtidos nessa regressão, considerando os demais fatores fixos, apontam que a variável explicativa *NFS-e ano completo implantação* tem significância estatística a 1%. De acordo com o coeficiente da variável, se tem que a implantação da NFS-e, em um ano completo, representa um aumento na arrecadação municipal do ISSQN de aproximadamente 46% (Intervalo de confiança a 95%: 18,4% - 74,9%), o que reflete um percentual expressivo e reforça a importância da modernização dos municípios com a utilização desta tecnologia.

Prosseguindo com a análise, a variável *População* indica que para cada 100 habitantes a mais no município, a arrecadação oscila positivamente em 1,32%. Este resultado é significativo ao nível de 1%, o que demonstra que a quantidade de habitantes do município reflete em uma leve importância na arrecadação de ISSQN. Já as variáveis *Nº de empresas atuantes*, *Pessoal ocupado* e *Pessoal ocupado assalariado* não possuem relevância no modelo.

Dentre as demais variáveis significantes, ainda se tem a que trata da renda salarial (*Média salarial*) que é significativa ao nível de 5%. Neste caso, há um aumento relevante da arrecadação para cada salário mínimo a mais acrescentado à média da renda, resultando em um acréscimo de 102,8%, ou seja, mais que dobraria a arrecadação. A explicação para essa constatação pode ser dada através da dificuldade de esse parâmetro oscilar até em décimos. A média salarial dos municípios integrantes da amostra em 2016 é de apenas 1,56 salário mínimo, com desvio padrão baixo (0,208), e isso pode representar que qualquer alteração, mesmo que pequena no soldo dos assalariados, tem uma forte repercussão na arrecadação. Ou seja, a variação da média salarial, atrelada à atividade empresarial, reverbera de forma impactante no pagamento de tributos aos municípios.

A próxima variável do modelo, conforme expressa a tabela 3, corresponde ao Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios, *PIB a preços correntes*. Nesta variável se tem que

a cada 1 mil reais a mais nesse parâmetro, a arrecadação aumenta 0,000375%, que é significativo ao nível de 5%.

A variável *Valor adicionado bruto a preços correntes dos serviços* apresenta significância ao nível de 1%. Seu resultado expressa que a cada 1 mil reais a mais no seu valor total, a arrecadação recua 0,00157%. Neste ponto há um fato curioso, porque à medida que a produção de serviços aumenta, a arrecadação de ISSQN deveria aumentar, no entanto, o efeito acontece de forma contrária. Supondo que a produção de serviços aumentasse em 100 mil reais, a arrecadação recuaria 0,157%. Nota-se, então, que há um ponto de mudança a partir de certo valor da produção de serviços.

Em relação às variáveis binárias, que representam os anos do painel, se tem que a arrecadação dos municípios no ano de 2013 (*d2013*) foi menor, aproximadamente 15% comparada a 2015, ano representado pela *dummy d2015*, retirada do modelo para efeitos comparativos, já que esse é o primeiro ano de implantação completa da NFS-e entre os municípios da amostra. Já em 2014 (*d2014*), a arrecadação municipal foi praticamente 2,6% maior comparada ao ano de referência. Em 2016 (*d2016*), o acréscimo foi ainda maior em relação a 2015, chegando a aproximadamente 12,4%. Acerca da significância estatística, as variáveis binárias associadas aos anos de 2013 e 2016 são significantes aos níveis críticos de 10% e 5%, respectivamente. Em contrapartida, *d2014* (2014) não possui significância no modelo analisado.

Parte da literatura apontou que a utilização da TI em processos de gestão tributária contribui para um incremento na arrecadação. Foi assim no trabalho de Moreno *et al.* (2007), que detectou que ocorreu uma ampliação da arrecadação própria em torno de 43% no IPTU e de 95% no ISSQN. O resultado do IPTU é bem próximo do que foi encontrado neste trabalho em relação ao ISSQN. Já comparado ao impacto no ISSQN, o limite superior do intervalo a 95% de confiança aferido no presente estudo, para a variável NFS-e, é de 75%, ficando a 20 pontos percentuais abaixo do constado no trabalho de Moreno *et al.* (2007).

Chatama (2013) também havia apontado que o uso da TI na Tanzânia aumentou a receita real. Um tributo que antes representava 23% passou a 41% na arrecadação total, isto é, uma variação de 78,26% aproximadamente. Isto significava que o resultado apresentando por este trabalho também confirma o que foi encontrado pelo autor.

Por outro lado, o resultado deste trabalho vai de oposto ao que foi encontrado por Neto & Martinez (2016). Os resultados dos autores apontaram que não havia evidência acerca do aumento da arrecadação de ISSQN e este trabalho encontrou que a implantação da NFS-e apresentou um aumento de 46% na arrecadação de ISSQN nos municípios que haviam implantado por todo um ano fiscal. Uma possível explicação para este resultado é a diferença de perfil dos municípios analisados, visto que Neto & Martinez (2016) analisaram municípios mais populosos que talvez já contassem com outras estruturas de combate à evasão fiscal.

6. Considerações Finais

Este trabalho teve como questão central de pesquisa verificar se a implantação da NFS-e possibilitou aumento de arrecadação de ISSQN nos municípios que a aderiram e quais os

impactos decorrentes disto. A motivação deste estudo se deu em virtude da necessidade de verificar se o uso da TI para fins de melhoria da gestão tributária em pequenos municípios é capaz de gerar efeitos positivos para esses entes.

Os resultados revelaram que os municípios que implantaram a política obtiveram um aumento expressivo na arrecadação de ISSQN, aproximadamente 46%. Outras variáveis incluídas no modelo também se mostraram significantes positivamente, como o número de habitantes, média salarial e PIB a preços correntes. A variável que correspondia ao valor adicionado aos preços correntes de serviços também se mostrou significativa, no entanto, negativamente. As variáveis *dummys* que representaram os anos no painel expressaram, em principal, que no ano de 2013, onde não havia a implantação da política em nenhum município, o montante da arrecadação foi menor que o de 2015, ano que serviu como base no modelo. Assim como, o ano de 2016, onde já havia mais municípios com a política implantada, se comparado ao ano de 2015, o resultado foi inverso, isto é, a arrecadação oscilou positivamente. As *dummys* de ambos os anos, 2013 e 2016, possuem significância dentro dos parâmetros estatísticos recomendados.

Como qualquer trabalho de cunho empírico, este também teve suas limitações. Dentre elas, se pode destacar o fato de a amostra não cobrir todos os municípios do Estado do Rio Grande do Norte, pois há registros de outros municípios que não estão nas microrregiões estudadas que já implantaram a NFS-e. Os municípios também possuem diversas variações nas atividades econômicas que são praticadas e este pode ser um fato relevante que não foi considerado no estudo. Além destes pontos, ainda se pode citar o fato de não estarem disponíveis dados das variáveis do modelo referentes ao ano de 2017 à época da coleta. Havendo estas informações, talvez fosse possível ter um melhor entendimento da realidade recente.

Os resultados deste trabalho também serviram para confirmar o que a literatura existente expressa, ou seja, que o uso da TI na gestão tributária proporciona incrementos nas arrecadações (Moreno *et al.*, 2007; Chatama, 2013; Weru *et al.*, 2013).

Como propostas para trabalhos futuros, se propõe que seja aprofundada a análise a um nível estadual ou em grupos de municípios com características similares. Este último em virtude de poder comparar melhor um município com outro. Também se sugere que sejam verificados os custos da implantação destes sistemas e os seus retornos obtidos, pois é primordial entender o custo-benefício que a NFS-e pode gerar. Outra recomendação diz respeito à realização de estudos qualitativos, mas sob o ponto de vista da empresa usuária, isto para buscar captar os significados importantes da utilização deste documento no dia a dia de quem a operacionaliza. Ademais, políticas de modernização da gestão tributária é, sem dúvida, uma área próspera para pesquisas, principalmente por se esperar uma reforma tributária em nível nacional com certa proximidade.

Referências

Amaral, G. D., Olenike, J., Amaral, L., & Steinbruch, F. (2009). Estudo sobre sonegação fiscal das empresas brasileiras–2009. <https://bityli.com/Z1LVbo>. Acesso em: 10 Nov. 2018.

- Braga, L. V., & Gomes, R. C. (2016). Participação eletrônica e suas relações com governo eletrônico, efetividade governamental e accountability. *Organizações & Sociedade*, 23(78), 487-506. <https://doi.org/10.1590/1984-92307878>
- Chatama, Y. J. (2013). The impact of ICT on taxation: The case of large taxpayer department of Tanzania revenue authority. *Developing Country Studies*, 3(2), 91-100. <https://bityli.com/MmraF5>. Acesso em: 15 Dez. 2018
- D'Amato, Juan P., Dominguez, Leonardo, Perez, Alejandro, & Rubiales, Aldo. (2016). Plataforma abierta de gestión de cámaras IP y aplicaciones móviles para la seguridad civil ciudadana. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (20), 48-61. <https://doi.org/10.17013/risti.20.48-61>
- Faria, A. C. D., Finatelli, J., Geron, C., & Romeiro, M. (2010). SPED–Sistema Público de Escrituração Digital: Percepção dos Contribuintes em relação os impactos da adoção do SPED. <https://bityli.com/8sAWdk>. Acesso em: 05 Dez. 2018.
- FIRJAN. (2016). Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro: IFDM 2016. <http://www.firjan.org.br>. Acesso em: 23 Nov. 2018.
- Hamel, G. (2001). *Liderando a revolução*. Campus.
- IBGE. (2018). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Recuperado de <http://www.cidades.ibge.gov.br> . Acesso em: 10 Dez. 2018.
- Mattos, E., Rocha, F., & Toporcov, P. (2013). Programas de incentivos fiscais são eficazes?: evidência a partir da avaliação do impacto do programa nota fiscal paulista sobre a arrecadação de ICMS. *Revista Brasileira de Economia*, 67(1), 97-120. <https://doi.org/10.1590/S0034-71402013000100005>
- Mazzei, B. B., & de Castro, A. L. (2016). Governo eletrônico–a transparência no governo do Estado do Paraná. *Revista Interdisciplinar de Gestão Social*, 5(3). <https://bityli.com/3Boyhj>. Acesso em: 10 Dez. 2018.
- Moreno, J. A., Gobbo Jr, J. A., & Cavenaghi, V. (2007). Tecnologia da informação na gestão de cidades: um estudo de caso de implantação de ERP em um município paulista. *Revista Gestão Industrial*, 3(3), 11-25. <https://10.3895/S1808-04482007000300002>
- Neto, H. D. A., & Martinez, A. L. (2016). Nota fiscal de serviços eletrônica: uma análise dos impactos na arrecadação em municípios brasileiros. *Revista de Contabilidade e Organizações*, 10(26), 49-62. <https://doi.org/10.11606/rco.v10i26.107117>
- NFE. (2018). Sobre a NF-e. . Recuperado de <https://bityli.com/9GMELje>. Acesso em: 20 Dez. 2018.
- Rocha, J. G. L. (2012). O imposto sobre serviços de qualquer natureza e os conflitos de competência tributária. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/12609>. Acesso em: 12 Dez. 2018.
- Sá, F., & Rocha, Á. (2012). Definição da Arquitetura de Informação em organismo da Administração Pública Local. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (10), 51-64. <https://doi.org/10.4304/risti.10.51-64>

- Teixeira, T. (2018). *Direito empresarial sistematizado: doutrina, jurisprudência e prática*. Saraiva Educação SA. <https://acljur.org.br/wp-content/uploads/2018/07/Direito-Empresarial-Sistematizado-Tarcisio-Teixeira-2018.pdf>. Acesso em: 01 Dez. 2018.
- Tesouro Nacional. (2018). Sistemas de informações contábeis do setor público brasileiro. <https://bityli.com/ZdYkn1> Acesso em: 01 Nov. 2018.
- Tristão, J. A. M. (2003). *A administração tributária dos municípios brasileiros: uma avaliação do desempenho da arrecadação* (Doctoral dissertation). <https://bityli.com/ypy2L8>. Acesso em: 10 Dez. 2018.
- Vieira, P. A., Pimenta, D. P., Cruz, A. F. D., & Souza, E. M. S. D. (2019). Efeitos do programa de Nota Fiscal eletrônica sobre o aumento da arrecadação do Estado. *Revista de Administração Pública*, 53(2), 481-491. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-761220170077>
- Walter, J. P., & de Jesus Ribeiro, O. D. (2007). Sistema público de escrituração digital e nota fiscal eletrônica: O Brasil evoluindo com o contribuinte. *Revista Eletrônica de Contabilidade*, 4(2), 76. <https://doi.org/10.5902/198109465885>
- Weru, J. M., Kamaara, M. W., & Weru, A. N. (2013). Impact of strategic change: Introduction of electronic tax register for enhancement of tax collection at Kenya Revenue Authority. *International Journal of Social Sciences and Entrepreneurship*, 1(5), 257-270. Recuperado de: <https://bityli.com/dM1xXm>. Acesso em: 03 Dez. 2018.
- Winn, J. K., & Zhang, A. (2013). China's Golden Tax project: a technological strategy for reducing VAT fraud. *Peking UJ Legal Stud.*, 4, 1. Recuperado de: <https://bityli.com/PDnjLo>. Acesso em: 05 Dez. 2018.
- Young, L. H. B. (2009). *SPED: sistema público de escrituração digital*. Juruá.

Critérios Editoriais

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

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

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

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

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

Criterios Editoriales

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

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

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

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

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



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

©RISTI 2022 <http://www.risti.xyz>

