



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

ISSN: 1646-9895

J u n h o 2 2 • J u n e 2 2



©RISTI 2022 <http://www.risti.xyz>

Nº 46

Edição / Edición

Nº 46, 06/2022

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, Universidade de Lisboa, PT

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

Isaías Scalabrin Bianchi, Universidade Federal de Santa Catarina, BR

Conselho Editorial / Consejo Editorial

A. Augusto Sousa, FEUP, University of Porto, PT

Abel Méndez Porras, Technological Institute of Costa Rica, CR

Abel Suing, Private Technical University of Loja, EC

Adolfo Lozano-Tello, University of Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, University of Santiago de Compostela, ES

Alberto Fernández, Rey Juan Carlos University, ES

Alberto Freitas, FMUP, University of Porto, PT

Alcinia Zita Sampaio, IST, University of Lisbon, PT

Alejandro Peña, School of Engineering of Antioquia, CO

Alexandre L'Erario, Federal Technological University of Paraná, BR

Alicia García-Holgado, University of Salamanca, ES

Alma Gomez-Rodríguez, University of Vigo, ES

Ana Amélia Carvalho, University of Coimbra, PT

Ana Beatriz Blanco-Ariza, Simón Bolívar University, CO

Ana Isabel Veloso, University of Aveiro, PT

Ana Maria Correia, ISEGI, New University of Lisbon, PT

Ana Paula Afonso, Polytechnic Institute of Porto, PT

Anabela Mesquita, Polytechnic Institute of Porto, PT

Anacleto Correia, Naval School, PT

Angelica Caro, University of Bío-Bío, CL

Ana Calvão, University of Aveiro, PT

Ana Carla Amaro, University of Aveiro, PT

Ana Melro, University of Aveiro, PT

Ania Cravero, University of La Frontera, CL

Aníbal Zaldivar-Colado, Autonomous University of Sinaloa, MX

António Abreu, ISCAP, Polytechnic of Porto, PT

António Coelho, FEUP, University of Porto, PT

Antonio Fernández-Caballero, University of Castilla-La Mancha, ES
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, University of Santiago de Compostela, ES
Antonio Jiménez-Martín, Polytechnic University of Madrid, ES
António Palma dos Reis, ISEG, University of Lisbon, PT
António Pereira, Polytechnic Institute of Leiria, PT
Armando Mendes, University of the Azores, PT
Arnaldo Martins, University of Aveiro, PT
Arturo J. Méndez, University of Vigo, ES
August Climent Ferrer, La Salle Open University, AD
Baltasar García Pérez-Schofield, University of Vigo, ES
Beatriz Rodríguez, University of the Republic, UY
Beatriz Sainz de Abajo, University of Valladolid, ES
Bernabé Escobar-Pérez, University of Seville, ES
Borga Bordel, Polytechnic University of Madrid, ES
Bráulio Alturas, ISCTE - Lisbon University Institute, PT
Brenda L. Flores-Rios, Autonomous University of Baja California, MX
Carlos Alexandre Silva, Federal Institute of Minas Gerais, PT
Carlos Carreto, Polytechnic Institute of Guarda, PT
Carlos Moraes, Polytechnic Institute of Bragança, PT
Carlos Regalao Noriega, Simón Bolívar University, CO
Carlos Vaz de Carvalho, Polytechnic Institute of Porto, PT
Carmen Galvez, University of Granada, ES
Carlos Rabadão, Polytechnic of Leiria, PT
Carlos Rompante Cunha, Polytechnic of Bragança, PT
Cesar Colazzos, University of Cauca, CO
Ciro Martins, University of Aveiro, PT
Cristina MR Caridade, ISEC, Polytechnic of Coimbra, PT
Dalila Durães, University of Minho, PT
Daniel Poland, University of Aveiro, PT
Daniel Riesco, National University of San Luis, AR
Dante Carrizo, University of Atacama, CL
David Fonseca, Ramon Llull University, ES
David Ramos Valcarcel, University of Vigo, ES

Diana Cecilia Yacchirema Vargas, National Polytechnic School, EC
Dora Simões, University of Aveiro, PT
Edna Dias Canedo, University of Brasília, BR
Eduardo Amadeu Dutra Moresi, Catholic University of Brasília, BR
Eduardo Sánchez Vila, University of Santiago de Compostela, ES
Edwin Juvenal Cedeño Herrera, University of Panama, PA
Enric Mor, Open University of Catalonia, ES
Eusébio Ferreira da Costa, Higher School of Technologies of Fafe, PT
Eva Villegas, La Salle - Ramon Llull University, ES
Fábio Marques, University of Aveiro, PT
Fernando Bandeira, Fernando Pessoa University, PT
Fernando Bobillo, University of Zaragoza, ES
Fernando Moreira, University of Portugal, PT
Fernando Paulo Belfo, ISCAC, Polytechnic of Coimbra, PT
Fernando Ribeiro, Polytechnic of Castelo Branco, PT
Fernando Suarez, CPEIG, ES
Filipe Caldeira, Viseu Polytechnic, PT
Filipe Montargil, Polytechnic of Lisbon, PT
Filipe Portela, University of Minho, PT
Flor de María Sánchez Aguirre, César Vallejo University, PE
Francisca Rosique Contreras, Polytechnic University of Cartagena, ES
Francisco Arcega, University of Zaragoza, ES
Francisco Javier Lena-Acebo, University of Cantabria, ES
Francisco Restivo, Portuguese Catholic University, PT
Franyelit Suarez, University of the Americas, EC
Gabriel Alberto García-Mireles, University of Sonora, MX
Gabriel Guerrero-Contreras, University of Cadiz, ES
Gerardo Gonzalez Filgueira, University of A Coruña, ES
Gladys Tenesaca Luna, Private Technical University of Loja, EC
Gloria Maritza Valencia Vivas, University of the Armed Forces, EC
Gloria Piedad Gasca-Hurtado, University of Medellin, CO
Guilhermina Lobato Miranda, University of Lisbon, PT
Hélder Gomes, University of Aveiro, PT

Hélder Zagalo, University of Aveiro, PT
Hélia Guerra, University of the Azores, PT
Henrique S. Mamede, Open University, PT
Higino Ramos, University of Salamanca, ES
Inês Domingues, CI-IPOP, PT
Inés López, University of Alcalá, ES
Isabel de la Torre, University of Valladolid, ES
Isabel Pedrosa, Polytechnic Institute of Coimbra, PT
Isidro Navarro, Polytechnic University of Catalonia, ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, University of the Basque Country (UPV/EHU), ES
Ivaldir de Farias Junior, University of Pernambuco, BR
Ivan Garcia, Technological University of the Mixteca, MX
João Paulo Ferreira, ISEC, Coimbra Polytechnic, PT
João Reis, University of Aveiro, PT
João Roberto de Toledo Quadro, CEFET/ RJ, BR
Jacinto Estima, European University, PT
Javier Garcia Tobio, CESGA-Supercomputing Center of Galicia, ES
Javier Medina, Francisco José de Caldas District University, CO
Jeimy Cano, University of the Andes, CO
Jezreel Mejia, Mathematics Research Center (CIMAT), MX
João Balsa, FC, University of Lisbon, PT
João Paulo Costa, University of Coimbra, PT
João Tavares, FEUP, University of Porto, PT
João Vidal de Carvalho, ISCAP, Polytechnic of Porto, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Lisbon University Institute, PT
Jorge Bernardino, ISEC, Coimbra Polytechnic, PT
Jorge Buele, Indo-American Technological University, EC
Jorge Eduardo Ibarra-Esquer, Autonomous University of Baja California, MX
Jorge da Silva Correia-Neto, Federal Rural University of Pernambuco, BR
Jose Alfonso Aguilar, Autonomous University of Sinaloa, MX
José Alvarez-Garcia, University of Extremadura, ES
José Borbinha, IST, University of Lisbon, PT
José Carlos Ribeiro, Polytechnic of Leiria, PT

José Cascalho, University of the Azores, PT
José Felipe Cocón Juárez, Autonomous University of Carmen, MX
José Luis Pereira, University of Minho, PT
José Luís Silva, Lisbon University Institute (ISCTE-IUL), PT
José Paulo Lousado, Polytechnic Institute of Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, University of Malaga, ES
Jose M Molina, Carlos III University of Madrid, ES
Jose Machado, University of Minho, PT
Jose Maria de Fuentes, Carlos III University of Madrid, ES
Jose RR Viqueira, University of Santiago de Compostela, ES
José Silvestre Silva, Military Academy, PT
Jose Torres, Fernando Pessoa University, PT
Josep M. Marco-Simó, Open University of Catalonia, ES
Juan Angel Contreras Vas, University of Extremadura, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, University of Vigo, ES
Jugurta Lisboa-Filho, Federal University of Viçosa, BR
Klinge Orlando Villalba-Condori, Catholic University of Santa Maria, PE
Leila Weitzel, Fluminense Federal University, BR
Leonardo Bermon, National University of Colombia, CO
Leticia Morales Trujillo, University of Seville, ES
Lilia Muñoz, Technological University of Panama, PA
Lucila Ishitani, PUC Minas, BR
Lucila Romero, National University of the Litoral, AR
Luis Alvarez Sabucedo, University of Vigo, ES
Luís Bruno, Polytechnic Institute of Beja, PT
Luis Camarinha-Matos, New University of Lisbon, PT
Luis Cavique, Open University, PT
Luis Chamba Eras, National University of Loja, EC
Luis Enrique Sánchez Crespo, University of Castilla-La Mancha, ES
Luis Fernández Sanz, University of Alcalá, ES
Luís Ferreira, Polytechnic Institute of Cávado and Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, University of Vigo, ES

Luis Maria Romero-Moreno, University of Seville, ES
Luisa Miranda, Polytechnic Institute of Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, National University of San Marcos, PE
Luz María Hernández Cruz, Autonomous University of Campeche, MX
Magdalena Clay Cobián, National University of Distance Education, ES
Manuel Fernández-Veiga, University of Vigo, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, University of Vigo, ES
Marcelo Marciszack, National Technological University, AR
Marcelo de Paiva Guimarães, Federal University of São Paulo, BR
Marcelo Zambrano Vizuite, Technical University of the North, EC
Marco Javier Suarez Barón, Pedagogical and Technological University of Colombia, CO
Marco Painho, ISEGI, New University of Lisbon, PT
Margarita Ramirez Ramirez, Autonomous University of Baja California, MX
Maria Amelia Eliseu, Mackenzie Presbyterian University, BR
Maria Cristina Marcelino Bento, UNIFATEA, BR
María de la Cruz del Río-Rama, University of Vigo, ES
Maria de los Milagros Gutierrez, National Technological University, AR
Maria del Mar Miras Rodriguez, University of Seville, ES
Maria do Rosario Bernardo, Open University, BR
Maria Hallo, National Polytechnic School, EC
Maria Helena Garcia Ruiz, University of Cantabria, ES
Maria J. Lado, University of Vigo, ES
Maria João Ferreira, University of Portugal, PT
Maria João Gomes, University of Minho, PT
Maria José Angelico, Polytechnic Institute of Porto, PT
Maria José Escalona, University of Seville, ES
Maria José Sousa, European University, PT
Mario Chacón-Rivas, Technological Institute of Costa Rica, CR
Mario José Diván, National University of La Pampa, AR
Marisol B. Correia, University of the Algarve, PT
Maristela Holland, University of Brasília, BR
Martin Llamas Nistal, University of Vigo, ES
Martin Lopez Nores, University of Vigo, ES

Matías García Rivera, University of Vigo, ES
Mercedes Ruiz, University of Cadiz, ES
Miguel A. Brito, University of Minho, PT
Miguel Ángel Conde, University of León, ES
Miguel Angel Olivero Gonzalez, University of Seville, ES
Miguel Bugalho, European University, PT
Miguel Casquilho, IST, University of Lisbon, PT
Miguel Ramón González Castro, Ence, Energy and Cellulose, ES
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Mathematics Research Center (CIMAT), MX
Nelson Rocha, University of Aveiro, PT
Nuno Lau, University of Aveiro, PT
Nuno Melão, Viseu Polytechnic, PT
Nuno Ribeiro, Fernando Pessoa University, PT
Oscar Mealha, University of Aveiro, PT
Patricia Dias, State University of Minas Gerais, BR
Patricia Oliveira, University of Aveiro, PT
Paula Prata, University of Beira Interior, PT
Paulo Martins, University of Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, New University of Lisbon, PT
Paulo Rurato, Fernando Pessoa University, PT
Paulo Urbano, FC, University of Lisbon, PT
Pedro Araújo, University of Beira Interior, PT
Pedro Palos, University of Seville, ES
Pedro Sanz Angulo, University of Valladolid, ES
Pedro Sobral, Fernando Pessoa University, PT
Pedro Sousa, University of Minho, PT
Pilar Mareca Lopez, Polytechnic University of Madrid, ES
Ramiro Delgado, University of the Armed Forces, EC
Ramon Alcarria, Polytechnic University of Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Lisbon University Institute, PT
Renato Maurício Toasa Guachi, Israel Technological University, EC
Rene Faruk Garzozzi-Pincay, Santa Elena Peninsula State University, EC
Ricardo Andrés García León, Francisco de Paula Santander University Ocaña, MX

Ricardo J. Rodríguez, University of Zaragoza, ES
Ricardo Linden, FSMA, BR
Rita Oliveira, University of Aveiro, PT
Rita Santos, University of Aveiro, PT
Robero Marichal, University of La Laguna, ES
Roberto Theron, University of Salamanca, ES
Rodolfo Miranda Barros, State University of Londrina, BR
Roman Lara, University of the Armed Forces, EC
Rubén González Crespo, International University of La Rioja, ES
Rui Cruz, IST, University of Lisbon, PT
Rui Pedro Marques, University of Aveiro, PT
Rui S. Moreira, Fernando Pessoa University, PT
Samuel Sepúlveda, University of La Frontera, CL
Santiago Gonzales Sánchez, Inca Garcilaso de la Vega University, PE
Sara Balderas-Díaz, University of Cadiz, ES
Saulo Barbara de Oliveira, Federal Rural University of Rio de Janeiro, BR
Sergio F. Lopes, University of Minho, PT
Sergio Araya Guzmán, University of Bío-Bío, CL
Sergio Galvez Rojas, University of Malaga, ES
Sérgio Guerreiro, Lusophone University of Humanities and Technologies, PT
Sílvia Fernandes, University of the Algarve, PT
Solange N Alves de Souza, University of São Paulo, BR
Telmo Silva, University of Aveiro, PT
Teresa Guarda, Santa Elena Peninsula State University, EC
Tomas San Feliu, Polytechnic University of Madrid, ES
Thiago Dias, CEFET-MG, BR
Valéria Farinazzo Martins, Mackenzie Presbyterian University, BR
Vera Pospelova, University of Alcalá, ES
Veronica Vasconcelos, ISEC, Coimbra Polytechnic, PT
Vicente Morales, Technical University of Ambato, EC
Victor Flores, Catholic University of the North, CL
Víctor H. Andaluz, University of the Armed Forces ESPE, EC
Victor Hugo Medina Garcia, Francisco José de Caldas District University, CO

Vitor Carvalho, Polytechnic Institute of Cávado and Ave, PT

Vitor Santos, ISEGI, New University of Lisbon, PT

Wagner Tanaka Botelho, Federal University of ABC, BR

Índice / Index

EDITORIAL

Os Sistemas e Tecnologias de Informação para a transformação digital das organizações e sociedade	1
<i>Isaías Scalabrin Bianchi</i>	

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Uma Experiência com Business Intelligence para apoiar a Gestão Acadêmica em uma Universidade Federal Brasileira.....	5
<i>Olival de Gusmão Freitas Júnior, Victor Diogho Heuer de Carvalho, Petrucio Antonio Medeiros Barros, Marcus de Melo Braga</i>	
El Podcast: un recurso virtual para el aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios.....	21
<i>Violeta L. Romero Carrión, Rosalvina Campos Pérez, Segundo García Flores Evelyn Zavala Zavala, Jesusa Escandón García y Giuliana Pantoja Chihuan</i>	
Revisión Sistemática de Instrumentos de Evaluación de Calidad de Objetos de Aprendizaje	34
<i>Valeria Bertossi, Lucila Romero, Milagros Gutiérrez</i>	
Requisitos para a ciência de dados: analisando anúncios de vagas de emprego com mineração de texto.....	54
<i>André José Ribeiro Guimarães, Ricardo Mendes Júnior, Maria do Carmo Duarte Freitas</i>	
Agile Short Unified Process – ASUP: Uma metodologia híbrida apoiada na adaptação do framework Scrum e do modelo Unified Process	71
<i>Mauro Borges França, Alexandre Cardoso, Edgard Afonso Lamounier Junior, Camila Tavares Mota</i>	
La importancia de la seguridad de la información en el sector público en Colombia	87
<i>Erney Alberto Ramírez Camargo Miguel Alberto Rincon Pinzon</i>	
La inteligencia artificial en la Psicología: nuevos enfoques para la detección de las declaraciones falsas	100
<i>Josue R. Altamirano-Yupanqui, Augusto Bernuy-Alva</i>	

Os Sistemas e Tecnologias de Informação para a transformação digital das organizações e sociedade

Technologies and Information Systems for digital transformation in organizations and society

Isaías Scalabrin Bianchi

isaias.bianchi@ufsc.br

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade, Florianópolis, Brasil.

DOI: 10.17013/risti.46.1-4

1. Introdução

As Tecnologias de informação (TI) tornaram-se essenciais para apoiar o crescimento e a sustentabilidade de todos os tipos de organizações. As organizações têm utilizado as TI para automatizar e realizar a integração de processos conectando negócios entre clientes, fornecedores e distribuidores para obter vantagem competitiva sustentável.

As organizações públicas e privadas estão inseridas cada vez mais em um ambiente complexo e turbulento e devido às pressões fazem com que as mesmas sejam forçadas a responder rapidamente às mudanças, exigindo agilidade nas tomadas de decisões. Tomar decisões pode exigir quantidades consideráveis de dados, informações e conhecimento e o apoio de sistemas computacionais é imprescindível. O uso da tecnologia da informação tem grande importância na disponibilização de informações para o apoio à tomada de decisões.

A informação organizacional e o conhecimento que dela decorre tornaram-se recursos fundamentais, sendo que a falta de informação pode conduzir a erros e perda de oportunidades de negócio. As organizações que dispõem de informação precisa, de boa qualidade e disponibilizadas no tempo certo têm melhores condições para alcançarem seus objetivos e vantagem competitiva. Por isso, os dados passaram a ser valorizados, pois são insumos para a geração de informação e conhecimento. Atualmente, a necessidade de consolidar a informação extraída a partir de diversas fontes de dados é comum na

maioria das organizações, tal situação tem levado as organizações a investir em sistemas de Business Intelligence (BI), inteligência artificial, Big Data, ferramentas de mineração de dados e em metodologias de projetos que facilitam essa gestão.

Essa necessidade pelas organizações e sociedade em integrar e criar soluções mais eficientes e eficazes criam oportunidades e desafios para diferentes áreas de conhecimento na academia que têm recebido atenção e merecem ser investigadas.

Neste contexto foram selecionados sete artigos para publicação nesta edição da RISTI de diferentes países, sendo um artigo da Argentina, três artigos do Brasil, um artigo da Colômbia e dois artigos do Peru.

2. Estrutura

O primeiro artigo, com o título **“Uma Experiência com Business Intelligence para apoiar a Gestão Acadêmica em uma Universidade Federal Brasileira”** apresenta uma investigação sobre a experiência da aplicação de uma solução de *Business Intelligence* (BI) para a gestão acadêmica de uma universidade pública brasileira. Os resultados mostram a viabilidade do uso de BI como instrumento importante no auxílio aos gestores universitários no processo de visualização e entendimento das informações existentes sobre o fenômeno específico da evasão estudantil, para posterior construção de medidas visando combater este fenômeno.

O segundo artigo, com o título **“El Podcast: un recurso virtual para el aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios”** teve o objetivo de determinar a influência da elaboração e uso do Podcast no fortalecimento da aprendizagem autônoma, em suas dimensões de autorregulação, competências informacionais e trabalho colaborativo, em estudantes universitários. A amostra foi composta por 293 estudantes de cinco universidades peruanas. Os resultados mostram que o uso do recurso virtual Podcast influenciou significativamente no fortalecimento da aprendizagem autônoma dos alunos.

O terceiro artigo, com o título **“Revisión Sistemática de Instrumentos de Evaluación de Calidad de Objetos de Aprendizaje”** apresenta uma revisão de ferramentas de avaliação da qualidade de objetos de aprendizagem propostos na literatura para determinar se é necessário desenvolver um novo instrumento que atenda necessidades não previstas neles. Os resultados mostram que o modelo da norma da Agência Espanhola de Normalização, UNE 71362 Qualidade de materiais educativos digitais, possui os requisitos para ser aplicado na Universidad Tecnológica Nacional de Argentina.

O quarto artigo, com o título **“Requisitos para a ciência de dados: analisando anúncios de vagas de emprego com mineração de texto”** identificou os requisitos para cientistas de dados no Brasil em anúncios de emprego. Os resultados apontam uma concentração de vagas na maior cidade do Brasil, São Paulo e revelam que a modalidade remota é a segunda mais ofertada. Além disso, destaca que os salários no Brasil estão abaixo da média de outros países, mesmo que as organizações procurem por profissionais experientes e com alto nível educacional. As principais habilidades técnicas requisitadas são machine learning, modelos estatísticos, python, banco de

dados enquanto para as técnicas de mineração p n-grama e o agrupamento são mais adequadas que a modelagem de tópicos.

O quinto artigo, com o título **“Agile Short Unified Process – ASUP: Uma metodologia híbrida apoiada na adaptação do framework Scrum e do modelo Unified Process”** apresenta uma metodologia híbrida, denominada Agile Short Unified Process – ASUP. A proposta tem como base elementos extraídos do framework Scrum inseridos nas quatro fases do Unified Process – UP: Concepção, Elaboração, Construção e Transição. Em cada fase encontra-se um ciclo de vida representada e tipificada com todos os seus elementos. A metodologia foi aplicada em quatro projetos de duas instituições de educação superiores públicas brasileiras. Os resultados demonstraram ganhos significativos nas atividades de gerenciamento dos projetos.

O sexto artigo, com o título **“La importancia de la seguridad de la información en el sector público en Colombia”** apresenta a importância que a proteção das informações compartilhadas com os usuários tem assumido no setor público na busca por uma gestão baseada na transparência que garanta processos eficientes que beneficiem todas as partes interessadas. A investigação explora a origem e os fundamentos do governo online, bem como o seu enquadramento legislativo além de fazer uma descrição do significado do setor público e o alcance que as entidades que o compõem tiveram em relação à implementação da estratégia digital, permitindo também que o país seja comparado com outros da América Latina. Os resultados do estudo apresentam aspectos que devem ser levados em consideração para a implementação da estratégia de Governo online, apoiada pelo Decreto 2.693 de 2012 e que deve conter os componentes de: a) elementos transversais, b) informação online, c) interação online, d) transação online, e d) democracia online.

O sétimos e último artigo, com o título **“La inteligencia artificial en la Psicología: nuevos enfoques para la detección de las declaraciones falsas ”** propõem novas abordagens baseadas em inteligência artificial como um novo mecanismo para as técnicas psicológicas existentes para a detecção precoce de falsidade em declarações escritas. Os resultados preliminares demonstram a viabilidade da Inteligência Artificial para a previsão de falsidade, o que permitirá ao profissional de psicologia dispor de novas ferramentas no processo de detecção de mentiras.

3. Agradecimentos

Os editores gostariam de agradecer a todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente que colaboraram e contribuíram nessa edição. Os artigos recebidos por autores de diferentes países em diferentes tópicos contribuem para o avanço no campo do conhecimento em sistemas e tecnologias de informação especialmente na era da transformação digital.

Uma Experiência com Business Intelligence para apoiar a Gestão Acadêmica em uma Universidade Federal Brasileira

Olival de Gusmão Freitas Júnior¹, Victor Diogho Heuer de Carvalho²,
Petrucio Antonio Medeiros Barros³, Marcus de Melo Braga⁴

**olival@ic.ufal.br; victor.carvalho@delmiro.ufal.br; petrucio.barros@ic.ufal.br;
marcus@ic.ufal.br**

¹ Instituto de Computação, Campus A. C. Simões, Universidade Federal de Alagoas,
Maceió - Alagoas, 57072-900, Brasil

² Eixo das Tecnologias, Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas,
Delmiro Gouveia – Alagoas, 5740-000, Brasil

³ Instituto de Computação, Campus A. C. Simões, Universidade Federal de Alagoas,
Maceió - Alagoas, 57072-900, Brasil

⁴ Instituto de Computação, Campus A. C. Simões, Universidade Federal de Alagoas,
Maceió - Alagoas, 57072-900, Brasil

DOI: 10.17013/risti.46.5–20

Resumo: No cenário atual em que as organizações devem reagir mais rapidamente às mudanças nos seus ambientes externo e interno, as informações tornam-se cada vez mais necessárias à gestão efetiva dos negócios. Neste contexto, encontram-se as Universidades Federais Brasileiras procurando atender às demandas sociais, fazendo uso de técnicas e ferramentas de *Business Intelligence* (BI) que podem fornecer suporte às decisões estratégicas institucionais. Particularmente, o interesse por sistemas de apoio à decisão utilizando BI na gestão acadêmica vem crescendo. Este trabalho apresenta um estudo sobre a experiência da aplicação de uma solução de BI para a gestão acadêmica da Universidade Federal de Alagoas. Verificou-se a viabilidade do uso de BI como instrumento importante no auxílio aos gestores universitários no processo de visualização e entendimento das informações existentes sobre o fenômeno específico da evasão estudantil, para posterior construção de medidas visando combater este fenômeno.

Palavras-chave: Gestão acadêmica; Universidades Federais Brasileiras; Business Intelligence; Tomada de decisão; Evasão estudantil.

An Experience with Business Intelligence to Support the Academic Management at a Brazilian Federal University

Abstract: In the current scenario in which organizations must react more quickly to changes in their external and internal environments, information becomes increasingly necessary for effective business management. In this context, the

Brazilian Federal Universities are looking to meet social demands, using Business Intelligence (BI) techniques and tools to support institutional strategic decisions. Particularly, interest in decision support systems using BI in academic management has been growing. This work presents a study on the experience of applying a BI solution for academic management at the Federal University of Alagoas. It was verified the feasibility of using BI as an important tool to help university managers view and understand existing information on the specific phenomenon of student dropout for later construction of measures to combat this phenomenon.

Keywords: Academic management; Brazilian Federal Universities; Business Intelligence; Decision making; Student dropout.

1. Introdução

Atualmente, o desenvolvimento e o sucesso de uma organização dependem de sua capacidade de coletar, tratar, interpretar e utilizar a informação de forma eficaz, visando à definição de estratégias de competitividade nos seus negócios. Para tanto, a organização recorre normalmente, a soluções de sistemas de informação, possibilitando que os gestores disponham de mecanismos e ferramentas que lhes proporcionem encontrar as informações que precisam para apoiar os processos decisórios (Silva *et al.*, 2014).

O momento atual das Universidades Federais, frente à uma pandemia que assola todo o mundo, é de grande questionamento sobre seu papel social e, sobretudo sobre a qualidade de seus serviços para a sociedade, fazendo-se necessário o uso de ferramentas e soluções de apoio aos processos de gestão, capazes de apresentar dados que comprovem a eficácia dessas instituições (Freitas Júnior *et al.*, 2013; Freitas Júnior *et al.* 2015). Além disso, as universidades vivem um período no qual as constantes mudanças no cenário tecnológico pressionam para que se adequem ao uso das novas ferramentas e de uma nova cultura gerencial, para lidar tanto com ameaças quanto com oportunidades de seu ambiente (Andrade, 2020).

Também é evidente que o ambiente universitário apresenta inúmeras partes interessadas (ou *stakeholders*), com diferentes necessidades em relação aos serviços que a universidade pode oferecer, mas sempre buscando a qualidade para obter o que precisam com legitimidade (Falqueto *et al.*, 2020). Ainda neste contexto, impressiona a quantidade de alunos matriculados nas instituições públicas de ensino superior, em cursos de graduação: 2 milhões no ano de 2019 (De Souza *et al.*, 2021), assim como nota-se a importância do uso de ferramentas tecnológicas em âmbito educacional tanto para a melhoria dos processos de ensino como de gestão acadêmica (Aguayo, Lizarraga & Quiñonez, 2021; Rico-Bautista *et al.*, 2021).

Devido à necessidade de se tomar decisões de forma ágil e eficiente em resposta aos problemas que frequentemente ocorrem em seus negócios, os gestores universitários, dentro do cenário atual, carecem de um sistema de apoio à decisão que os forneçam suporte, levantando informações precisas, confiáveis, oportunas e relevantes, apresentando-as em um formato compreensível (Eberhart & Pascuci, 2014; Alfalih & Ragmoun, 2020). Os gestores necessitam ferramentas que os ofereçam suporte decisório estratégico, capaz de auxiliá-los a identificar situações fora do normal, encontrar fatores que possam maximizar o desempenho organizacional e prever tendências com certo grau de certeza (De Carvalho *et al.*, 2015; Freitas Júnior, Braga & De Carvalho, 2021).

Fora isso, há também a necessidade de se analisar os processos de gestão das universidades, mapeando-os e buscando os principais gargalos gerenciais e operacionais que deverão ser priorizados para resolução ágil, garantindo mínimos efeitos (Lima, De Carvalho & Freitas Júnior, 2021), considerando ainda a complexidade e a necessidade de se inovar em termos de análises gerenciais para apoiar tomadas de decisões que estejam ajustadas aos objetivos institucionais, garantindo boa visibilidade, por exemplo, para investidores (De Carvalho *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2021).

Neste contexto de gestão de processos organizacionais, a área de Inteligência de Negócios (*Business Intelligence* – BI) possui grande relevância no apoio ao processo decisório, e dentro dela temos ferramentas como os Armazéns de Dados (*Data Warehouses* – DW). Inmon (1997) conceitua DW como um conjunto de dados temáticos, integrado, não volátil e variável em relação ao tempo, fornecendo suporte ao processo decisório organizacional. Um conceito bastante em voga na atualidade e que possui relação com a BI, é o de *Business Analytics*, que consiste no uso de modelos matemáticos para viabilizar a realização de previsões, apoiando a tomada de decisões e o planejamento (Isasi, Frezzon & Uriona, 2015). Em uma tendência mais atual, unindo o poder do BI aos grandes volumes de dados (*Big Data*), Poletto, De Carvalho e Costa (2017) demonstraram um modelo integrado de apoio à decisão, utilizando fontes diversas de informações para alimentação de bases de dados organizacionais.

Este trabalho se caracteriza como um estudo sobre a experiência da aplicação de uma solução de BI, utilizando ferramentas de Processamento Analítico Online (*OLAP - Online Analytical Processing*), no contexto da gestão acadêmica de uma universidade pública. A experiência tem foco na evasão nos cursos de graduação da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), justificando-se por meio de uma necessidade percebida pelos próprios gestores da instituição de se utilizarem ferramentas informatizadas que possibilitem uma melhor compreensão de fenômenos que ocorrem com o corpo discente.

2. Trabalhos Correlatos

No ambiente acadêmico, a Tecnologia da Informação tornou-se fundamental ao processo decisório, pois possibilita a obtenção e utilização de dados pela utilização de sistemas de informação, gerando informações que satisfaçam os requisitos mencionados acima, as quais poderão ser apresentadas em um formato facilmente compreensível e aplicável à gestão das atividades de ensino, extensão e pesquisa (Freitas Júnior *et al.*, 2017). A seguir serão apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema da BI no ambiente acadêmico.

Almeida e Camargo (2015), visando atender às expectativas dos gestores da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA) com relação às questões relacionadas ao desempenho acadêmico e evasão de alunos em relação aos cursos da instituição, construíram um *Data Mart* para: (i) fornecer subsídios e informações para análise sobre as avaliações dos cursos de graduação e pós-graduação; (ii) apreciar os cursos com maiores índices de evasão; e (iii) analisar quantitativamente o número de matrículas e de formandos em todos os cursos e campus da Instituição. Os resultados obtidos foram padrões estatísticos, ainda não sendo possível identificar conhecimentos novos e relevantes.

Tetila (2016) com o intuito pesquisar e identificar as principais causas que influenciam a qualidade do Curso de Licenciatura em Computação no formato de ensino a distância da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), construiu um projeto de BI para investigar o perfil dos discentes; as disciplinas com maior índice de reprovação; a média de aproveitamento nos polos; e avaliar outros parâmetros que contribuem para a qualidade do curso de modo geral. O trabalho possibilitou várias análises estatísticas de índices de aproveitamento (por curso, disciplina, polo, professor e tutor) e estudos de evasão por polo, por semestre e por disciplina (Aruldoss, Trevis & Venkatesan, 2014). Concluiu afirmando que o mencionado projeto contribuiu para melhorar o processo decisório dos gestores da Instituição e que o *software Pentaho Analysis Services (Mondrian)* é uma boa opção para OLAP.

Reino *et al.* (2015) analisou as principais causas de evasão em um curso de graduação à distância em uma universidade pública brasileira, utilizando dados coletados a partir da aplicação de dois questionários (um para alunos evadidos e outro para alunos remanescentes). Sua pesquisa identificou, dentre as causas de maior ocorrência: o baixo incentivo dos docentes e tutores para os alunos, as dificuldades de aprendizagem nessa modalidade de ensino e o pouco tempo de estudo dedicado ao curso.

Aruldoss *et al.* (2014) em seu artigo de revisão da literatura sobre BI, sintetizando o conteúdo de vários trabalhos de diversos autores, afirma que o BI tem sido aplicado em vários domínios para fornecer informações para melhorar o processo decisório das instituições; a BI contribui para a formulação de novas estratégias, para melhorar a análise de desempenho, para o aumento de competitividade e para incrementar a receita; os problemas resolvidos usando BI e as soluções aplicadas tendem a ser estruturadas e padronizadas, e que as questões de implementação, segurança e privacidade precisam ser melhor tratadas e estudadas.

Num caminho mais orientado para análise de dados, no intuito de auxiliar as instituições de ensino superior brasileiras a identificar variáveis associadas à evasão e retenção, Couto e Santana (2017) utilizam algoritmos de classificação para auxiliar na identificação das variáveis envolvidas, identificando que as Redes Bayesianas possuem uma alta acurácia (88%). Concluiu-se neste estudo, que o uso desta estratégia de mineração em específico demonstra-se bastante satisfatória para a realização de descoberta de conhecimento em grandes bases de dados acadêmicas, auxiliando também a avaliar o desempenho dos alunos na graduação.

Seguindo esta mesma linha de trabalho, Lacave, Molina e Cruz-Lemus (2018) utilizaram redes bayesianas na identificação de fatores responsáveis pela evasão de alunos em um curso de graduação na Universidade de Castilla, na Espanha, onde o algoritmo K2 de aprendizagem bayesiana foi o modelo com o melhor ajuste aos dados extraídos das bases institucionais, muito embora não tenha conseguido realizar um melhor entendimento do perfil dos alunos evadidos, devido à grande heterogeneidade dos dados.

Mayra e Mauricio (2018) realizaram aplicações de ferramentas como regressão logística, máquinas de vetores de suporte (*support vector machines* - SVM) e árvores de decisão para auxiliar na predição de evasões em universidades do Equador, com o uso de uma série de fatores identificados que notavelmente influenciam na desistência dos alunos. Neste estudo, identificou-se que as árvores de decisão apresentaram acurácia de 98%, sendo dentre as técnicas utilizadas a mais precisa.

Sarra, Fontanella e Di Zio (2018) aplicaram regressão bayesiana no intuito de minerar dados sobre fenômenos acadêmicos em uma universidade italiana, dentre os quais, destacam-se os fatores determinantes de sucesso e evasão dos estudantes. A partir do modelo de mineração aplicado, pode-se determinar o perfil dos estudantes com alto risco de fracasso na academia.

Tendo em vista o tipo de investigação que estes trabalhos desenvolveram e os resultados alcançados, evidencia-se que os gestores acadêmicos precisam de ferramentas tecnológicas para tomar decisões mais assertiva. A BI e a análise de dados são tecnologias disponíveis para diversos tipos de investigação, principalmente para aplicações de melhorias de desempenho de negócios (por exemplo, com *business analytics*) e para descoberta de informações e conhecimentos relevantes, podendo ser utilizado em qualquer tipo de organização.

3. Metodologia

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Alagoas, instituição de educação pública mantida pelo Governo Federal Brasileiro, sendo a maior instituição de educação superior do estado de Alagoas (Brasil), onde buscou-se entender como e porque alguns fenômenos ocorrem na vida acadêmica, tendo como destaque tratado neste artigo o fenômeno da evasão (Yin, 2009). Analisou-se a experiência da instituição no uso de uma ferramenta de BI na Universidade Federal de Alagoas, com a intenção de se extraírem dados históricos da base de dados aberta pelo Núcleo de Tecnologia da Informação da

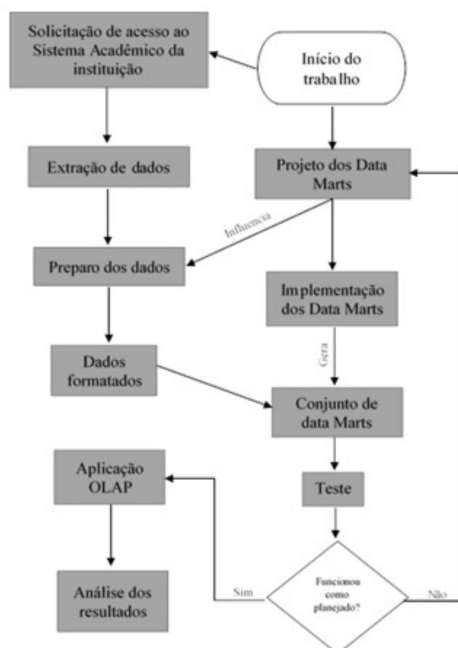


Figura 1 – Fluxo de Atividades do estudo.

Universidade Federal de Alagoas para este estudo, relacionada à um sistema acadêmico legado, para um período compreendido entre 1998 e 2005.

Data Marts foram projetados, implementados e alimentados com os dados extraídos e uma ferramenta OLAP foi utilizada para as análises, permitindo a realização de buscas sobre o fenômeno da evasão acadêmica com base nos dados armazenados. Baseando-se nos dados tratados extraídos, puderam ser realizadas algumas constatações, das quais foi retirado um recorte para apresentação na seção 5 de Resultados e discussão. A **Figura 1** apresenta o fluxo das atividades realizadas para viabilizar o estudo.

Partindo do marco do início das atividades sobre o estudo, foi realizada uma solicitação de acesso à base de dados do sistema acadêmico legado, de modo a permitir na sequência a extração dos dados, em paralelo a esta solicitação, começaram a ser projetados os *Data Marts* de modo que seus esquemas exerceram influência sobre a preparação dos dados extraídos. Também a partir dos projetos, pode-se proceder com a implementação dos *Data Marts*, permitindo a carga de dados no conjunto implementado de *Data Marts*. Na sequência foram realizados testes para que se pudesse verificar se a solução funcionou como planejado ou não. Tendo funcionado como planejado, pode-se aplicar o processamento analítico para gerar os resultados destinados à análise final.

3.1. Solução de BI Aplicada

A solução aplicada foi baseada em sistemas de apoio à decisão, proporcionando um meio de se tomar decisões embasadas no contexto da gestão acadêmica, e que forneça aos gestores universitários, incluindo coordenadores de cursos e diretores de unidades acadêmicas, um número maior de informações e conhecimentos sobre o desempenho dos indicadores de seus cursos e de sua unidade.

Vale destacar que a ferramenta OLAP utilizada, o servidor *Mondrian* do *Pentaho Community*, permite a análise particular das medidas consideradas para o fenômeno aqui analisado. Conforme Marinheiro e Bernardino (2015), o *Pentaho* é uma das ferramentas OLAP mais utilizadas no mercado possuindo uma versão empresarial (*Enterprise*) paga, e outra gratuita (*Community*). Estes mesmos autores realizam um comparativo entre várias opções de ferramentas OLAP, destacando que o *Pentaho* ficou em segundo lugar dentre as 5 estudadas. A **Figura 2** exemplifica um dos *data marts* implementados.

O *Data Mart* em questão utiliza duas tabelas de fatos (*fato_ocorrencia*, representada na Figura 2, e *fato_historico*). As tabelas compartilham algumas dimensões: *dimensao_aluno*, *dimensao_matricula*, *dimensao_dado_demografico*, *dimensao_tempo*, *dimensao_periodo*, *dimensao_curso*, *dimensao_disciplina*. Alguns detalhes relevantes sobre essas tabelas estão descritos a seguir:

Tabela de Fatos Ocorrência (*fato_ocorrencia*). Para a construção desta tabela de fatos foi necessário incluir as seguintes medidas: desligamento, desistência, formatura e mudança de turno.

Tabela de Fatos Histórico (*fato_historico*). Para a construção desta tabela de fatos foi necessário incluir as seguintes medidas: aprovado, aproveitamento de estudos, reprovado por média e reprovado por faltas.

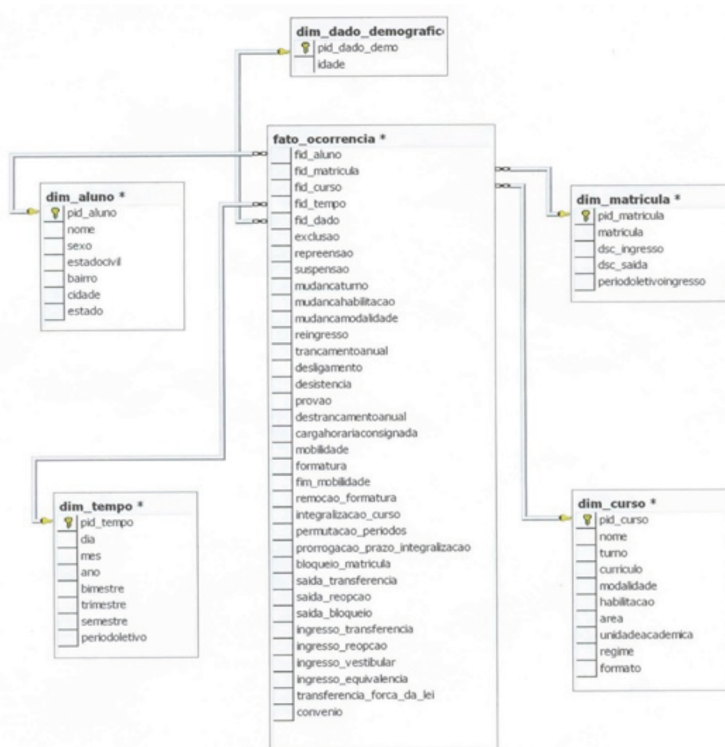


Figura 2 – Modelo de dados para o *data mart* “Ocorrência”.

Dimensão Curso (dim_curso). Nesta dimensão surgem os atributos unidade acadêmica e regime de curso. Foi adicionado também o atributo formato do curso para indicar a modalidade (presencial ou à distância). Essa dimensão é compartilhada pelas duas tabelas de fatos.

Dimensão Disciplina (dim_disciplina). Devido à reforma administrativa ocorrida na Universidade, os cursos passaram a ser os ofertantes das disciplinas, e não mais os departamentos. Então, foi incluído o atributo ofertante, que indica quem oferta a disciplina: os antigos departamentos ou o curso. Portanto, julgou-se conveniente incluir nesta dimensão o atributo ativo, que indica se a disciplina em questão está ativa ou não no atual sistema acadêmico. Esta dimensão é utilizada pela tabela de fatos ocorrências.

Dimensão Aluno (dim_aluno). Nesta dimensão aparece o atributo estado, que representa a unidade federativa da residência do aluno. Esta dimensão é compartilhada pelas duas tabelas de fatos.

Dimensão Matrícula (dim_matricula). Esta dimensão faz uso do conceito de período letivo de ingresso, que é um termo mais conveniente ao lidar com o regime semestral. Esta dimensão é compartilhada pelas duas tabelas de fatos.

Dimensão Dado Demográfico (*dim_dado_demografico*). Esta dimensão passa a contar com apenas um único atributo: a idade do aluno no instante da ocorrência. As faixas etárias serão definidas na camada de apresentação pelo próprio usuário. O mesmo poderá também aproveitar faixas etárias padrões, pré-estabelecidas. Esta dimensão é compartilhada pelas duas tabelas de fatos.

Dimensão Tempo (*dim_tempo*). Esta dimensão passa a contar com diversos atributos entre eles estão: bimestre, trimestre, semestre e período letivo. Esta dimensão é utilizada pela tabela de fatos ocorrências.

3.2. O fenômeno alvo – evasão escolar

Dentre os possíveis aspectos analisados pelo sistema desenvolvido, o fenômeno da evasão destaca-se como um dos que mais preocupam os gestores acadêmicos nas Universidades Federais Brasileiras (Garcia *et al.*, 2017). Segundo Peixoto, Braga e Bogutchi (1999), a evasão possui duas vertentes: uma relacionada à decisão do aluno, por motivos de ordem pessoal, sendo esta a que se identificaria mais claramente com o significado do conceito; outra resultante de uma combinação de fatores escolares, socioeconômicos e pessoais, caracterizando-se, neste caso, mais como exclusão do que propriamente como evasão. Ainda conforme esses autores, a composição curricular, os professores e a organização da escola acabam sendo responsáveis pela ocorrência do fenômeno.

Cunha e Morosini (2013) separam três grandes causas da evasão: causas pessoais, dentre as quais a escolha inadequada da carreira acadêmica, a falta de orientação vocacional, má definição de curso de ingresso, fragilidade na escolha inicial, expectativas irrealistas sobre a carreira, falta de perspectivas de trabalho e dificuldades pessoais na adaptação ou envolvimento com o curso escolhido; causas institucionais, destacando a localização da instituição, problemas estruturais no curso e a ausência de laços afetivos com a instituição; e causas gerais, relacionadas às deficiências acumuladas na educação básica que levam a baixos resultados e repetidas reprovações em disciplinas, às dificuldades em acompanhar o curso, à opção por outros rumos, desmotivação, rebaixamento da autoestima e razões econômicas (trabalho e condições financeiras). Percebe-se, portanto, que os fatores que motivam a evasão são de forma geral de ordem psicológica, social e econômica.

Corroborando estas ideias, Gallegos *et al.* (2018) determinam que as variáveis relacionadas com a desistência dos cursos, gerando evasão, estão relacionadas em primeiro lugar com as capacidades que foram desenvolvidas antes do ingresso no ensino superior e com a integração do aluno com o ambiente de sua instituição de ensino, e em segundo lugar, com fatores psico-socio-ambientais relacionados à sua socialização. Para Bueno (1993), evasão se trata da postura ativa do aluno ao decidir descontinuar seus estudos por própria responsabilidade. Em contrapartida, o autor também trata do conceito de “exclusão acadêmica” que seria o desligamento do aluno por parte da instituição, uma vez que não há mais mecanismos viáveis internamente de aproveitamento e direcionamento do aluno.

Neste trabalho, a evasão, do ponto de vista analítico, engloba as seguintes medidas quantitativas: quantidade de desligamentos, quantidade de desistências e número de saídas por transferência registradas. Ou seja, são todas as medidas que indiquem a saída de um aluno para fora da universidade aqui analisada, registradas em suas bases de

dados transacionais e que foram migradas para uma solução OLAP orientada à temática. De acordo com Silva Filho *et al.* (2007), de modo geral os valores numéricos sobre evasão podem ser obtidos através das fórmulas (1) e (2) alternativamente (de modo a se obterem percentuais):

$$E(n) = [M(n) - I(n)] - [M(n-1) - C(n-1)] \quad (1)$$

$$\%E(n) = [M(n) - I(n)] / [M(n-1) - C(n-1)] \quad (2)$$

Onde E é a evasão referente ao ano n ; M é o número de alunos matriculados no ano n ; I é o número de alunos ingressantes no ano n ; e C é o número de alunos formados no ano n .

Portanto, em (1) está definida a associação de variáveis para obtenção do total bruto de alunos evadidos e a partir de (2) pode-se obter o percentual referente ao total bruto. Destaca-se que o valor de E não poderia ser obtido diretamente nas bases onde os dados gerais foram minerados, isto é, não há um registro “Evasão”. Para isso, foi necessário realizar a associação entre as quantidades M , I e C . Os valores atribuídos a esses indicadores determinam a quantidade de alunos em situação acadêmico considerada normal em suas graduações, de forma que a diferença das diferenças possibilitou a mineração dos dados sobre evasão. Isto é, em termos quantitativos, a evasão é complementar a quantidade de alunos em estado considerado normal.

4. Resultados e Discussão

As situações que acarretam o desligamento de um aluno na UFAL, de acordo com as normas acadêmicas da Instituição são: ultrapassagem do tempo máximo de integralização curricular do curso e bloqueio no sistema por dois anos letivos consecutivos, ou três anos letivos intercalados (Universidade Federal de Alagoas, 2019). Conforme a **Tabela 1**, quanto às faixas etárias, o fenômeno da evasão é mais forte entre alunos entre 25 e 29 anos e de 30 a 34 anos.

Cursos	Idade (em anos)					
	16 a 18	19 a 24	25 a 29	30 a 34	35 a 39	40 a 44
Pedagogia	1	8	90	147	95	50
História	0	31	97	107	75	33
Letras e Literatura	0	40	123	90	48	31
Comunicação Social	0	41	99	118	27	20
Economia	0	68	137	92	32	14
Administração	6	114	165	132	46	31
Matemática	0	121	147	92	40	22
Engenharia Civil	5	164	148	58	21	3

Tabela 1 – Cursos com maiores índices de evasão por faixas etárias.

O fato interessante aqui é que as taxas de evasão nessas faixas são maiores que seus respectivos ingressos via vestibular no período analisado. Aprofundando a análise, descobriu-se também que a soma de todos os tipos de ingresso (incluindo o acesso via vestibular) nessas faixas é inferior a soma de suas evasões no período citado. Verifica-se, portanto, uma tendência à diminuição do número de alunos com idade acima de 25 anos na universidade pesquisada. A **Figura 3** apresenta um gráfico dos cursos com maiores índices de evasão em relação às faixas etárias.

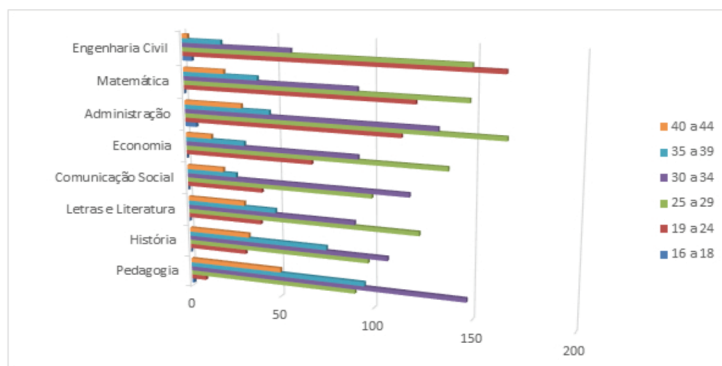


Figura 3 – Cursos com maiores índices de evasão por faixas etárias.

Os cursos de Administração de Empresas, Ciências Econômicas e História, apesar da Área de Humanas ter um número de alunos do sexo feminino maior, apresentam índices de evasão masculina superiores. Porém, os ingressantes via vestibular, particularmente nestes cursos, são em sua maioria homens. Os demais cursos apresentam índices de evasão feminina maiores, o que concorda com os números superiores de ingresso feminino via vestibular nesses cursos. O curso de Pedagogia, como mostra o gráfico da **Figura 4**, apresenta a maior disparidade. Esse resultado é perfeitamente aceitável considerando que menos de 10% dos alunos do curso de Pedagogia são homens.

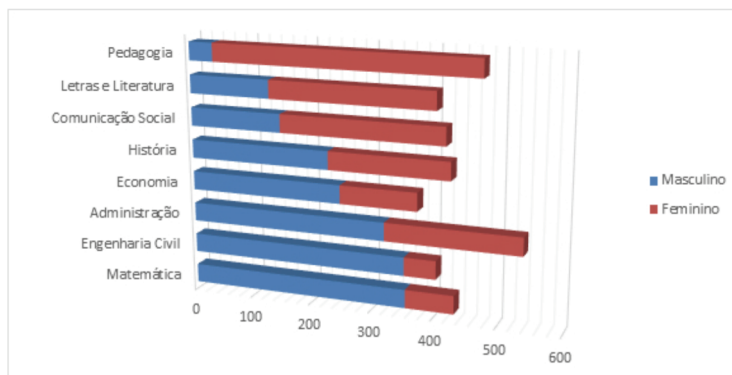


Figura 4 – Cursos com os maiores índices de evasão por gênero.

Dentre os oito cursos com maiores índices de evasão, seis são da Área de Humanas e dois da Área de Exatas. Observando a **Tabela 2** percebemos que os cursos de Matemática e de Engenharia Civil mostram um número muito superior de evasões de alunos do sexo masculino. Isso se deve ao número muito superior de ingressantes via vestibular do sexo masculino do que feminino nesta Área. A área de Exatas é predominantemente masculina nesta Universidade.

Curso	Gênero	
	Masculino	Feminino
Matemática	356	78
Engenharia Civil	354	51
Administração	322	217
Economia	250	125
História	231	196
Comunicação Social	152	267
Letras e Literatura	134	270
Pedagogia	40	434

Tabela 2 – Cursos com maiores índices de evasão por gênero.

Para avaliar o impacto do fenômeno da evasão na formação de alunos nos cursos de graduação, foram medidas a quantidade de ingressantes via vestibular, a quantidade de ingressantes por outras formas que não o vestibular, o número de saídas registradas por reopção, o número de trancamentos registrados e a quantidade de alunos formados no período de 1998 a 2005. O foco esteve sobre os dez cursos que formam menos alunos, como apresentados no gráfico da **Figura 5**.

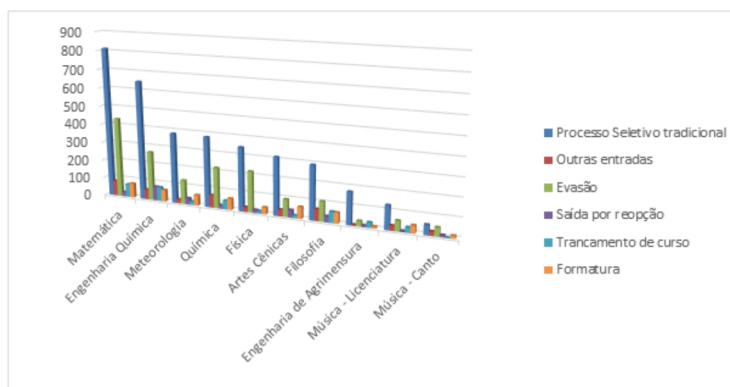


Figura 5 – Ingressos, Saídas e Trancamentos dentre os cursos que formam menos alunos.

Dos dez cursos que formam menos na universidade pesquisada, seis são da Área de Exatas. O desempenho ruim observado na Área de Exatas no decorrer dos anos cursados

pelos alunos se reflete na formação dos mesmos e não apenas nela, mas também para a evasão. Cursos tradicionais da Área de Exatas como Matemática, Química e Física apresentaram níveis muito altos de evasão dentre os cursos que menos formam. Estes cursos apresentam três das quatro maiores porcentagens de evasão relativas aos ingressos (48,5%, 49,1% e 59,6%, respectivamente). O curso com maior porcentagem de evasão em relação aos seus ingressos é Canto na modalidade Bacharelado, com 61%. É, proporcionalmente, também o curso com maior índice de reopções dentre os cursos que formam menos alunos. O curso de Engenharia de Agrimensura apresenta uma situação curiosa, tendo sido identificado como o curso que apresenta o menor número de formaturas da UFAL. No entanto, não apresentam altas taxas de evasão, saídas por reopção e trancamento comparado aos demais cursos. Esse caso deverá ser objeto de investigação no futuro próximo.

Um primeiro olhar sobre esse estudo permitiu concluir que o problema assume contornos dramáticos em alguns cursos, alcançando o número de formandos, quanto muito, a 20% do total dos que ingressaram. Chama a atenção, a concentração do fenômeno principalmente na área de Ciências Exatas, no qual o índice de formandos é baixíssimo. Neste estudo, verificou-se também que a maioria dos alunos desistentes de seus cursos compreende um grupo que não alcança boas notas nas disciplinas as quais compõem o primeiro ano letivo, tendo como consequência direta a reprovação nas mesmas.

5. Considerações Finais

Neste trabalho ferramentas de BI foram usadas para gerar fontes ricas de informações para soluções dos problemas enfrentados pelos gestores universitários atualmente no contexto da gestão acadêmica. A experiência desenvolvida surgiu de uma percepção, pelos gestores da universidade estudada, de que certos fenômenos acadêmicos poderiam ser melhor analisados com o apoio do uso de ferramentas de BI.

Buscaram-se fatores que contribuíssem ou que estivessem diretamente ligados a determinados tipos de ocorrência, como o fenômeno da evasão. Principalmente, procurou-se demonstrar a viabilidade e necessidade de implementação de uma solução de BI, utilizando essas tecnologias na universidade estudada. Particularmente, no âmbito deste trabalho, utilizou-se as tecnologias de *Data Warehouse*, *Data Mart* e ferramentas OLAP para extrair informações estratégicas dos bancos de dados.

A partir da busca das faixas etárias que mais contribuem para o fenômeno da evasão, encontrou-se uma tendência à diminuição do número de alunos com idade acima de 25 anos. Isso se deve ao fato de que o fenômeno da evasão é mais influente do que a quantidade de ingressos nos alunos que possuem idade entre 25 e 34 anos. Recomenda-se ainda que no futuro sejam feitas investigações mais aprofundadas no curso de Engenharia de Agrimensura, que possui o menor número de formandos, apesar de não apresentar taxas de evasão, reopção e trancamentos altas.

Os resultados aqui apresentados demonstram o potencial da integração de um ambiente de BI com a gestão de cursos de graduação nas Universidades Federais Brasileiras. A flexibilidade dessa ferramenta, e a multidimensionalidade peculiar da tecnologia de BI permite ao gestor ter à sua disposição vastas possibilidades de visões e operações

sobre os dados obtidos dos sistemas da universidade para fins analíticos. Portanto, a base de dados académica desta Universidade pode ser ainda mais explorada em trabalhos futuros.

Entre os benefícios que este sistema poderá trazer para as unidades académicas da universidade, estão: a possibilidade de identificar gargalos, tomando por base o desempenho das variáveis ligadas às suas atividades finalísticas em relação ao desempenho dessas mesmas variáveis em nível institucional e implementar mecanismos capazes de estimular a produção académica para angariar maiores recursos orçamentários. O estudo teve algumas limitações, condicionadas principalmente ao período disponível abertamente para mineração de dados na base de dados do sistema académico da instituição alvo.

Referências

- Aguayo, R., Lizarraga, C., & Quiñonez, Y. (2021). Evaluación del desempeño académico en entornos virtuales utilizando el modelo PNL. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (41), 34-49. <https://doi.org/10.17013/risti.41.34-49>
- Alfalih, A.A., & Ragmoun, W.M. (2020). The role of entrepreneurial orientation in the development of an integrative process towards entrepreneurship performance in entrepreneurial university: A case study of Qassim university. *Management Science Letters*, 10(8), 1857-1872. <https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.12.033>
- Almeida, A.M.R., & Camargo, S.S. (2015). Aplicando Técnicas de Business Intelligence sobre dados de desempenho Acadêmico: Um estudo de caso. In *Anais da XI Escola Regional de Banco De Dados*. Sociedade Brasileira de Computação.
- Andrade, M.S. (2020). Utah Valley University: A Continuing Culture of Transformation. *Journal of Management Inquiry*, 29(2), 145-149. <https://doi.org/10.1177/1056492619860593>
- Aruldoss, M., Trevis, M.L., & Venkatesan, P.A. (2014). A Survey on Recent Research in Business Intelligence. *Journal of Enterprise Information Management*, 27(6), 831-866. <https://doi.org/10.1108/JEIM-06-2013-0029>
- Bueno, J.L.O. (1993). A evasão de alunos. *Paidéia*, (5), 9-16.
- Couto, D.D.C., & Santana, A.L. (2017). Educational data mining applied to the identification of variables associated with evasion and retention. In *Proceedings of the 2nd Congress On Technology in Education*. Brazilian Computing Society.
- Cunha, E.R., & Morosini, M.C. (2013). Evasão na Educação Superior: uma temática em discussão. *Revista Cocar*, 7(14), 82-89.
- De Carvalho, V.D.H., Cirilo, J.V.A., De Barros, F.R.P.M., & Nepomuceno, T.C.C. (2020). Multicriteria Assessment of the Creative-Innovative Potential of Brazilian Cities. In *Proceedings of the International Conference on Decision Aid Sciences and Application*, (pp. 1047-1051). IEEE. <https://www.doi.org/10.1109/dasa51403.2020.9317224>

- De Carvalho, V.D.H., Poletto, T., Silva, L.C., & Costa, A.P.C.S. (2015). Abordagem multicritério de apoio a decisões estrategicamente sustentáveis nas organizações. *Revista Produção Online*, 15(3), 925–947. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v15i3.1937>
- De Souza, A.M.F, Nascimento, P.S.F, Oliveira, B.V.C, Barbosa, F.R.S, Monteiro, M.L, & Gouveia, R.S. (2021). Mantenedoras de Ensino Superior do Brasil e o Uso de Mídias Sociais: uma análise comparativa. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (44), 38-49. <https://doi.org/10.17013/risti.44.38-49>
- Eberhart, M.E., & Pascuci, L. (2014) O processo decisório e suas implicações na cooperação universidade, empresa e governo: um estudo de caso. *Revista Gestão Universitária na América Latina*, 7(2), 221-242. <https://doi.org/10.5007/1983-4535.2014v7n2p221>
- Falqueto, J.M.Z., Hoffmann, V.E., Gomes, R.C., & Mori, S.S.O. (2020). Strategic planning in higher education institutions: what are the stakeholders' roles in the process? *Higher Education*, 79(6), 1039-1056. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00455-8>
- Freitas Júnior, O.G., Barros, P.A.M., Barbirato, J.C.C., Braga, M.M., & Carvalho, V.D.H. (2015). Reestruturando o Modelo de Universidade Pública Brasileira para Atender aos Novos Desafios Gerenciais. In *XV Colóquio Internacional de Gestão Universitária*, (pp. 1 – 15). INPEAU.
- Freitas Júnior, O.G., Braga, M.M, & De Carvalho, V.D.H. (2021). Applying Strategic Planning in a Distance Undergraduate Course in Information Systems: A Case Study. In Rocha, Á., Adeli, H., Dzemyda, G., Moreira, F., Ramalho Correia, A.M (Eds.). *Trends and Applications in Information Systems and Technologies*, (Vol. 1367, pp. 42-51). Springer.
- Freitas Júnior, O.G., Carvalho, V.D.H., Barros, P.A.M., & Braga, M.M. (2017). Uma Arquitetura para Sistemas de Gestão do Conhecimento Orientada a Grupos de Pesquisa e Desenvolvimento. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 7(Especial), 126-144.
- Freitas Junior, O.G., Tonholo, J., Carvalho, V.D.H., & Ávila, T.J.T. (2013) Uma Arquitetura da Informação para Portais da Inovação das Universidades Públicas Brasileiras. *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 3(2), 54-74.
- Gallegos, J.A., Campos, N.A., Canales, K.A., & Gonzalez, E.N. (2018). Factores Determinantes en la Deserción Universitaria: Caso Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile). *Formación Universitaria*, 11(3), 11-18. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000300011>
- Garcia, L.M.L.S., Lara, D.F., Antunes, F., Perez, C.A., Miranda, C.C., & Santos Júnior, A.C.P. (2007). Analysis of evasion and its causes in a computer science course. In *Proceedings of the XLIII Latin American Computer Conference*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CLEI.2017.8226476>
- Inmon, W.H. (1997). *Como construir o Data Warehouse*. Editora Campus.

- Isasi, N.K.G., Frezzon, E.M., & Uriona, M. (2015). Big Data and Business Analytics in the Supply Chain: A Review of the Literature. *IEEE Latin America Transactions*, 1(10), 3382-3391. <https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7387245>
- Lacave, C., Molina, A.I., & Cruz-Lemus, J. A. (2018). Learning Analytics to identify dropout factors of Computer Science studies through Bayesian networks. *Behaviour and Information Technology*, 37(10-11), 993-107. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1485053>
- Lima, J.S.M., De Carvalho, V.D.H., & Freitas Júnior, O.G. (2021). Modelagem de um Escritório de Gerenciamento de Processos: estudo em um campus de uma Universidade Federal Brasileira. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 26(3), 51-73. <https://doi.org/10.1590/1981-5344/4071>
- Mayra, A., & Mauricio, D. (2018). Factors to predict dropout at the universities: a case of study in Ecuador. In *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference*, (pp. 1238-1242). IEEE. <https://www.doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363371>
- Peixoto, M.C.L., Braga, M.M., & Bogutchi, T.F. (1999). A evasão no ciclo básico da UFMG. *Revista Brasileira de Política e Administração da Educação*, 15(1), 49-59.
- Poleto, T., De Carvalho, V.D.H., & Costa, A.P.C.S. (2017). The Full Knowledge of Big Data in the Integration of Inter-Organizational Information. *International Journal of Decision Support System Technology*, 9(1), 16-31. <https://www.doi.org/10.4018/IJDSST.2017010102>
- Reino, L.R.A.C., Hernández-Domínguez, A., Freitas Júnior, O.G., Carvalho, V.D.H., Barros, P.A.M., & Braga, M.M. (2016). Análise das Causas da Evasão na Educação a Distância em uma Instituição Federal de Ensino Superior. In *Anais do XXVI Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, (pp. 91-100). SBC. <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2015.91>
- Rico-Bautista, D., Maestre-Góngora, G.P., Guerrero, C.D., Medina-Cárdena, Y., Areniz-Arévalo, Y., Sanchez-Velasquez, M.C., & Barrientos-Avendaño, E. (2021). Universidad inteligente: Factores claves para la adopción de internet de las cosas y big data. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (41), 63-79. <https://doi.org/10.17013/risti.41.63-79>
- Sarra, A., Fontanella, L., & Di Zio, S. (2019). Identifying Students at Risk of Academic Failure Within the Educational Data Mining Framework. *Social Indicators Research*, 146, 41-60. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1901-8>
- Silva, L.C., Poleto, T., Carvalho, V.D.H., & Costa, A.P.C. (2014). Selection of a business process management system: an analysis based on a multicriteria problem. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, (pp. 295-299). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SMC.2014.6973923>
- Silva Filho, R.L.L., Motejunas, P.R., Hipólito, O., & Lobo, M.B.C.M. (2007). Evasão no Ensino Superior Brasileiro. *Cadernos de Pesquisa*, 37(132), 641-659. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742007000300007>

- Souza, L.A.H, Carvalho, V.D.H, Santos, R.J.R., & Silva, J.M.N. (2021). Managing BPM life cycle transition risks in a small educational company to support change management. *Benchmarking: An International Journal*. <https://doi.org/10.1108/bij-03-2021-0138>
- Tetila, E.C. (2016) Business Intelligence em Ambientes Virtuais de Aprendizagens. *EaD & Tecnologias Digitais na Educação*, 3(4), 21-34.
- Universidade Federal de Alagoas. (2019). *Plano de Desenvolvimento Institucional 2019-2023*. Universidade Federal de Alagoas. <https://pdi.ufal.br/>.
- Yin, R.K. (2009). *Case Study Research: Design and Methods*. Sage.

El Podcast: un recurso virtual para el aprendizaje autónomo en estudiantes universitarios

Violeta L. Romero Carrión¹, Rosalvina Campos Pérez¹, Segundo García Flores¹
Evelyn Zavala Zavala¹, Jesusa Escandón García¹ y Giuliana Pantoja Chihuan¹

**vromero@unfv.edu.pe; rcampos@unfv.edu.pe; sgflores13@yahoo.es;
ezavalaz@unfv.edu.pe; jesusa.escandon@gmail.com; gpch.unsch@gmail.com**

¹ Grupo de Investigación EcoDes – EUPG: Universidad Nacional Federico Villarreal.
Jr. Camaná 1014 Lima, Perú.

DOI: 10.17013/risti.46.21–33

Resumen: El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la elaboración y uso del Podcast en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo, en sus dimensiones de autorregulación, competencias informacionales y trabajo colaborativo, en los estudiantes universitarios. La investigación fue de diseño cuasi experimental y nivel explicativo, la muestra comprendió 293 estudiantes de cinco universidades peruanas. Se les suministró un pretest - posttest y entre ambas se realizó una intervención, que consistió en la elaboración de un Podcast sobre un tema de una asignatura de su carrera profesional, lo que ejercitó el control volitivo, manejo del tiempo, motivación, creatividad, la práctica de la empatía, sinergia, cooperación en el aula, entre otros. La aplicación del estadístico de Wilcoxon permitió afirmar que existen diferencias significativas entre el pretest y posttest. Estos resultados demuestran que el uso del recurso virtual Podcast influyó, significativamente, en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de los estudiantes.

Palabras-clave: Recurso virtual; Podcast; Aprendizaje autónomo

The Podcast: a virtual resource for the autonomous learning in university students

Abstract: The objective of this research was to determine the influence of the elaboration and use of the Podcast in the strengthening of autonomous learning, in its dimensions of self-regulation, informational competences and collaborative work, of university students. The research was of quasi-experimental design and explanatory level, the sample comprised 293 students from five Peruvian universities. They were given a pretest - posttest and an intervention was carried out between them, which consisted of the development of a Podcast on a topic of a subject of their professional career, which exercised volitional control, time management, motivation, creativity, practice of empathy, synergy, cooperation in the classroom, among others. The application of the Wilcoxon statistic allowed us to affirm that there are significant differences between the pretest and posttest. These results show that the use of the Podcast virtual resource significantly influenced the strengthening of students' autonomous learning.

Keywords: Virtual resource; Podcast; Autonomous learning

1. Introducción

El escenario, en todos los niveles educativos, ha cambiado de manera disruptiva por efectos de la pandemia y el distanciamiento social impuesto como medida sanitaria a nivel mundial. En consecuencia, en los dos últimos años se pasó de la presencialidad a la virtualidad sin una planificación académica ni tecnológica establecida.

En el Perú, existían dos escenarios en la educación universitaria antes de la pandemia. Por un lado, casi la mayoría de las universidades privadas contaba con la modalidad de enseñanza virtual para algunas materias; mientras que la situación en las públicas era completamente diferente a nivel nacional, ya que muy pocas trabajaban en la modalidad virtual y en otras recién se estaba equipando el hardware, la conectividad a internet e iniciando la capacitación a docentes y estudiantes.

Esta coyuntura obligó a un gran número de familias peruanas a asumir la responsabilidad de contar con la capacidad tecnológica suficiente para recibir las clases en los hogares. La planificación del proceso enseñanza – aprendizaje, en entornos virtuales, es un gran reto que afrontan los docentes quienes han tenido que recurrir al uso de diversas estrategias, herramientas y recursos para responder ante este nuevo escenario considerando que los actuales universitarios son los centennials o generación Z, nativos digitales que crecieron en plena transformación tecnológica, en el escenario marcado por el Internet y las redes sociales (Quinteros y Migone, 2020). En ese sentido, las instituciones tienen una oportunidad para integrar tecnologías en la propuesta educativa donde “el éxito estará en la estrategia pedagógica que se utilice a través de los entornos virtuales, y en la voluntad de aprendizaje autónomo del estudiante” (Romero et al., 2020, p.81).

La educación del siglo XXI demanda la necesaria incorporación de las TIC lo que puede representar una oportunidad de innovación, cambio y mejora. En sí, se requiere una simbiosis tecnológica profesor-alumno que fortalezca la comunicación, libertad, creatividad, protagonismo y compromiso del estudiante. En ese sentido, en el fomento de la innovación y la creatividad en los estudiantes es central que aprendan y apropien nuevas habilidades y estrategias de trabajo, así como prescindir de un conjunto de posturas que impidan la creatividad. (Talavera et al., 2019, p.84). Así, el recurso digital Podcast es una alternativa didáctica innovadora cuyo contenido educativo lo planifica el docente o el estudiante, a partir de un guion el cual se plasma en un archivo sonoro (Solano y Sánchez, 2010; Borja-Torresano et al., 2020). Se considera al Podcast como una nueva forma de construir, generar y gestionar conocimiento sobre la base del trabajo colaborativo (Trujillo, 2011).

El estudiante, para apropiarse de los contenidos de las diversas asignaturas conducentes a su formación profesional, requieren de habilidades para un aprendizaje autónomo que posibilite una construcción propia y a su ritmo. En ese sentido, elige, prepara, vincula e interpreta los nuevos conocimientos y los incorpora a su organización intelectual, siendo capaz de utilizarlos luego, en diferentes aspectos de la vida (Crispín, 2011).

En la actualidad, en gran medida el servicio educativo se brinda a través de la modalidad no presencial ocasionada por la emergencia sanitaria de la COVID 19, decretada por el

gobierno y de manera progresiva se irá a una modalidad semipresencial. Esta situación obliga a innovarnos en cuanto a estrategias de enseñanza aprendizaje; así como, a la rápida incorporación de nuevas herramientas digitales con el propósito de aminorar la brecha en el desarrollo tecnológico que contribuya a lograr mejores aprendizajes.

En tal sentido, las TIC nos muestran un abanico de recursos como los aplicativos Educaplay, Kahoot, Mentimeter, software como Geogebra, Autocad, etc. plataformas como Blackboard Collaborate, Moodle, Chamilo, simuladores interactivos PhET de la Universidad de Colorado y otros. Del mismo modo, encontramos un recurso sencillo, amigable y accesible como el Podcast cuyo origen se remonta a la radio y se considera como una herramienta educativa de fácil disponibilidad.

En este contexto, nos propusimos como objetivo: determinar en qué medida el uso del Podcast influye en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios. Además, evidenciar el efecto del Podcast en la mejora de la autorregulación de procesos cognitivos y socio-afectivos reflejados en el control volitivo como el manejo del tiempo, autoeficacia, motivación y creatividad. También se pretendió comprobar la eficiencia del Podcast en el desarrollo de las competencias informacionales que favorezcan la construcción y gestión del conocimiento en estudiantes universitarios. Por último, establecer el aporte del Podcast en el desempeño del trabajo colaborativo mediante la práctica de la empatía, sinergia, asertividad y cooperación en el aula.

1.1. El Podcast

El Podcast es un contenido en un archivo multimedia (Alcántara et al., 2020), usualmente de audio digital al cual se puede acceder desde distintos canales de distribución (como Spotify, Google Podcasts, iVoox, iTunes o Apple Podcasts, entre otros.), escucharlo cuando y donde se desee, mediante cualquier dispositivo (computadora, notebook, teléfono celular, altavoces inteligentes, Tablet, entre otros.) La palabra Podcast proviene de la contracción de la sigla en inglés POD (Public On Demand) y broadcast (transmisión). Es decir, transmisión a demanda del público (Parlatore et al., 2020). Por tanto, el Podcast puede ser utilizado tanto en la enseñanza presencial como virtual y en el aprendizaje en línea (Makina, 2020).

Podcast como herramienta educativa:

El Podcast educativo es una herramienta didáctica, con contenidos educativos, creado por los docentes, estudiantes o instituciones que conlleva una planificación, análisis, diseño, desarrollo y evaluación (Reinoso et al., 2019). El Podcast tiene un carácter constructivo, motivador por ello su utilidad pedagógica que contribuye a una participación más activa en la enseñanza aprendizaje, en la construcción colectiva del conocimiento (Alcántara et al., (2020).

Al respecto, García-Bullé (2019) sostiene que un podcast puede tratar diversos temas como entretenimiento, opinión, ciencia y otros. Al ser una herramienta muy versátil y práctica de elaborar, aportarían beneficios directos a docentes y estudiantes tales como:

1. Impulsar diferentes participaciones en el aula. Por lo general la mayoría de las clases se inician con una lectura, lo que fatiga al estudiante y ya no capta su atención. Ante tal situación el uso del Podcast con contenido educativo y formato amigable ofrece un cambio, motiva y ejercita su capacidad de escucha.

2. Reforzar el aprendizaje de otros idiomas. En el aprendizaje de otro idioma el Podcast es una herramienta fundamental que permite entrenar la capacidad de escucha y entendimiento, con la particularidad de que el contenido temático puede ser replicado las veces que sea necesario, según el ritmo de aprendizaje del alumno.
3. Disponibilidad. Los Podcasts posibilitan el aprendizaje ubicuo, por la accesibilidad en cualquier momento y lugar, además existe una gran variedad de temas que puede ser recomendado por el docente o elegido por el estudiante con conexión a internet.
4. Fortalecer el vínculo entre docentes y estudiantes. La inclusión de Podcasts como material didáctico digital genera mayor actividad en el proceso enseñanza – aprendizaje y el vínculo docente – estudiante se fortalece si se brindan pautas para su elaboración y son los estudiantes los protagonistas para transmitir contenidos temáticos, mediante diálogos con lenguaje amigable e incluso fondos sonoros, pero, sin prescindir del meollo del tema.
5. Estimular el pensamiento crítico. La presentación de Podcasts diversos sobre un mismo tema y el análisis de los mismos, estimula el pensamiento crítico y este se robustece si los estudiantes colaborativamente elaboran sus guiones recurriendo a la investigación y revisión de diversas fuentes para luego plasmarlas en el Podcast, teniendo en cuenta los aspectos éticos en su elaboración.

1.2. Aprendizaje autónomo

El aprendizaje autónomo es un proceso multifactorial, consciente y autorregulado que cada persona realiza cotidianamente a través de sus experiencias vividas y su entorno. Peña y Cosi (2017) lo definieron como aquel proceso que le permite al estudiante autorregularse desde la criticidad, de tal manera que identifica sus fortalezas y debilidades en el contexto educativo. Todo esto es aplicable al desarrollo de competencias informacionales que comprende conocimientos, habilidades y disposiciones que orientan dónde hallar la información relevante, cuándo usarla y cómo evaluar su pertinencia, ya que en la sociedad actual es necesario el manejo de la información y el uso de fuentes y recursos que faciliten la búsqueda y recuperación de esta (Sierra, 2013).

El individuo es autónomo en el proceso de su aprendizaje cuando se compromete y es autor de su propio desarrollo, elige los caminos, estrategias, herramientas y los momentos que considere pertinentes para aprender a su ritmo. Luego, pone en práctica de manera personal lo que ha aprendido, construye su propio conocimiento con la finalidad de garantizar el desarrollo personal y una adecuada adaptación a un medio marcado por la incertidumbre (Argüelles, 2009; Cárcel, 2016; Freitas & Costa, 2020).

Las investigaciones demuestran que, con una mayor autorregulación del aprendizaje, el rendimiento académico aumenta y viceversa (Romero-Rodríguez, 2021; Arellano, 2018).

El desempeño del trabajo colaborativo en el aprendizaje autónomo consiste en la interacción conjunta de distribuir las actividades o tareas con un objetivo común (Rodríguez, 2017). En estas actividades es importante la conectividad y el uso de recursos tecnológicos que permitan la construcción del conocimiento desde la autonomía del propio estudiante.

Finalmente, el desarrollo del aprendizaje autónomo es importante porque implica saber, saber hacer y querer que contribuyan a la gestión y construcción del conocimiento generando capacidades de iniciativa, actitud crítica, reflexiva, empleo de habilidades metacognitivas, permitir autorregulación (Peinado, 2020), liderazgo, motivación, creatividad e innovación en el estudiante como también la práctica de la sinergia, asertividad y cooperación en el aula y la comunidad.

1.3. Antecedentes

López (2017) manifiesta que el Podcast es una herramienta, que bien planteada y adaptada a cada circunstancia, viene a ser un instrumento útil de aprendizaje y de trabajo autónomo para el alumnado y una oportunidad para la creación de proyectos educativos innovadores (Tarwaman et al., 2021). Por su parte, Prado (2020) sostiene que la aplicación del Podcast logró una mejora, significativa, en la expresión oral del nivel básico de los estudiantes que permitió consolidar su uso como una herramienta eficaz para el desarrollo oral de segundas lenguas y convirtió a los estudiantes en generadores y gestores de su proceso de aprendizaje.

Gutiérrez y Acha (2021) en su artículo sobre las presentaciones interactivas y el Podcast, concluyen que uno de los logros fue que la estructura del recurso Podcast elaborado, permitió que los estudiantes pudieran aproximarse, autónomamente, a los contenidos del curso, lo cual resulta relevante en el aprendizaje virtual. Además, está el fomento de estrategias de autorregulación del aprendizaje en los estudiantes, considerando que ellos debían gestionar sus tiempos y tomar las mejores decisiones posibles para el logro de sus objetivos de aprendizaje. Los contenidos del Podcast, son usados por los estudiantes, especialmente, para la preparación antes de las evaluaciones, a manera de repaso, este es el resultado de una encuesta sobre el impacto de los Podcast (Priyadharshini, 2022). Asimismo, el estudio de Gil y Ortega-Quevedo (2022) concluye que el uso de podcast en la evaluación de aprendizajes, en materias de ciencias, permite apreciar los aprendizajes obtenidos y promover el desarrollo de competencias.

2. Metodología

Es una investigación aplicada ya que procura resolver un problema concreto en el ámbito educativo. Es de nivel explicativo debido a que se identifica una causa y sus consecuentes efectos. En esta investigación se aplicó un diseño Cuasi-experimental con pretest y postest.

2.1. Muestra

El muestreo ha sido no probabilístico, intencional, conformada por 293 estudiantes de diversas facultades de cinco universidades peruanas, matriculados en el año 2021 (tabla 1).

Asignaturas	Frecuencias	Porcentaje (%)
Física	15	5,1
Inglés	61	20,8

Asignaturas	Frecuencias	Porcentaje (%)
Filosofía	85	29,0
Periodismo	42	14,3
Lenguaje	50	17,1
Estadística	23	7,8
Matemática	17	5,8
Total	293	100,0

Tabla 1 – Muestra de estudiantes según asignatura

2.2. Procedimiento

La planificación, diseño y creación de su propio Podcast tuvo como finalidad fomentar el aprendizaje autónomo en los estudiantes de las cinco universidades de este estudio. Para ello, se procedió de la siguiente manera:

1. Se aplicó a los estudiantes un pretest, sobre los tópicos abordados en clases virtuales de una asignatura, antes de iniciar la “intervención” elaboración del Podcast.
2. En el desarrollo de una sesión de clase, se escuchó un Podcast, previamente seleccionado por el docente, como un recurso didáctico para entornos virtuales. Este sirvió como modelo para que los estudiantes elaborasen el suyo, de manera colaborativa.
3. Se les dio las siguientes pautas para la elaboración del Podcast:
 - Conformación de los equipos de trabajo compuestos por dos, tres, o cuatro participantes.
 - Elección de un tema tratado en la asignatura. El tema es el eje central, pero puede abordar una aplicación de utilidad en la vida diaria o puede ser motivo para sensibilizar a la sociedad ambientalmente o culturalmente.
4. Elaboración del podcast según las siguientes fases:
 - Fase de Planificación: coordinación del trabajo colaborativo de los integrantes del grupo, indagación y recopilación de la información relevante a partir de fuentes académicas y selección del equipo tecnológico para su grabación, música o sonidos especiales, establecimiento del orden en que intervendrá cada participante, control del tiempo de intervención de cada uno, considerando que el tiempo total no sea mayor a cuatro minutos. Organización de ideas, seleccionando y jerarquizando en temas, subtemas o episodios.
 - Fase de Diseño: redacción del guion del tema elegido, considerando la siguiente estructura: (1) Introducción, incluye la presentación del tema y motivación, objetivo, número de episodios, música de fondo, explicación del tema y subtemas según fuentes pertinentes y confiables. (2) Desarrollo, incluye la explicación del tema y subtemas según fuentes pertinentes y confiables, los contenidos se presentan de forma organizada y el vocabulario

empleado es apropiado para la audiencia. (3) Cierre, se hace un breve resumen del tema desarrollado.

- Fase de elaboración: siguiendo el guion se procede a la grabación considerando el tiempo y el orden de intervención planificada para el podcast, se concluye la grabación mediante un comentario invitando a la audiencia a profundizar el tema, se expresan conclusiones y despedida de los locutores. Se realiza la edición del podcast para su publicación y difusión.
5. Presentación grupal del Podcast en el aula y su uso con fines de retroalimentación.
 6. Se aplicó el postest, luego de la presentación del Podcast.
 7. Se procedió a la recolección de datos del pretest y postest para procesarlos mediante el programa estadístico SPSS v.25 y realizar el análisis estadístico.

2.3. Selección del estadístico de prueba

Se realizó la diferencia entre el postest y el pretest, a esta diferencia se le aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov, para establecer si existía normalidad (tabla 2). Se observa para esta distribución, que el p valor es menor que 0,05 lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula de homogeneidad y consecuentemente, se establece que no existe normalidad; por lo que se utiliza una prueba no paramétrica, en este caso la Prueba de Rangos con Signos de Wilcoxon.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia						
Pretest - Postest	,109	293	,000	,965	293	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 2 – Prueba de normalidad para la diferencia pretest-postest

3. Resultados

Al aplicar la prueba de Wilcoxon, para las dimensiones autorregulación, competencias informacionales y trabajo colaborativo (tabla 3), se observa que los rangos positivos son mayores que los rangos negativos y que los empates, lo cual ocurre también para la nota final obtenida por los estudiantes. Esto muestra que hay diferencias favorables después de la intervención, elaboración y uso del Podcast.

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Dimensión 1 Postest Autorregulación - Pretest Autorregulación	Rangos negativos	27	74,70
	Rangos positivos	131 ^a	80,49
	Empates	135	10544,00
	Total	293	

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Dimensión 2 Postest Información - Pretest Información	Rangos negativos	35	96,84	3389,50
	Rangos positivos	191^b	116,55	22261,50
	Empates	67		
	Total	293		
Dimensión 3 Postest Colaborativa - Pretest Colaborativa	Rangos negativos	22	78,50	1727,00
	Rangos positivos	141^c	82,55	11639,00
	Empates	130		
	Total	293		
NOTA FINAL Postest - Pretest	Rangos negativos	46	88,39	4066,00
	Rangos positivos	218^d	141,81	30914,00
	Empates	29		
	Total	293		
a. Postest Autorregulación > Pretest Autorregulación		b. Postest Información > Pretest Información		
c. Postest Colaborativa > Pretest Colaborativa		d. Postest NOTA > Pretest NOTA		

Tabla 3 – Prueba de Wilcoxon por Dimensiones

- **Hipótesis General:** NOTA general (tabla 4)

HO: El uso del recurso virtual podcast no influye en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios.

H1: El uso del recurso virtual podcast influye en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios.

A un nivel de significancia del 5% podemos afirmar:

Dado que el valor de sig. 0,000 es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir que el uso del recurso virtual podcast influye en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios

	Postest Autorregulación - Pretest Autorregulación	Postest Informac. - Pretest Información	Postest Colaboratv. - Pretest Colaborativa	Postest NOTA - Pretest NOTA
Z	-8,084 ^b	-9,893 ^b	-9,281 ^b	-10,879 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000	,000	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Tabla 4 – Estadístico de prueba Wilcoxon: por Dimensiones y en General

- **Hipótesis Específica 1:** Dimensión Autorregulación (tabla 4):

Ho: El uso del podcast no contribuye en la mejora de la autorregulación en estudiantes universitarios.

H1: El uso del podcast contribuye en la mejora de la autorregulación en estudiantes universitarios.

A un nivel de significancia del 5% podemos afirmar:

Dado que el valor de sig. 0,000 es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir que el uso del podcast contribuye en la mejora de la autorregulación de procesos cognitivos y socio-afectivos, reflejados en el control volitivo como el manejo del tiempo, autoeficacia, motivación y creatividad en estudiantes universitarios.

- **Hipótesis Específica 2:** Dimensión Competencias Informacionales (tabla 4):

Ho: El uso eficiente del podcast no influye en el desarrollo de las competencias informacionales en estudiantes universitarios.

H1: El uso eficiente del podcast influye en el desarrollo de las competencias informacionales en estudiantes universitarios.

A un nivel de significancia del 5% podemos afirmar:

Dado que el valor de sig. 0,000 es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir que el uso eficiente del podcast influye en el desarrollo de las competencias informacionales que favorezcan la construcción y gestión del conocimiento en estudiantes universitarios.

- **Hipótesis Específica 3:** Dimensión Trabajo Colaborativo (tabla 4):

Ho: El uso del podcast no influye en el trabajo colaborativo de estudiantes universitarios

H1: El uso del podcast influye en el trabajo colaborativo de estudiantes universitarios

A un nivel de significancia 5% podemos afirmar:

Dado que el valor de sig. 0,000 es menor a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, por lo que se acepta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir que el uso del podcast influye en el trabajo colaborativo de estudiantes universitarios.

4. Discusión

Impartir clases virtuales requiere de recursos adecuados para el logro de las competencias propias de cada asignatura, en tal sentido, las herramientas tecnológicas ofrecen una variedad de aplicaciones didácticas, sin embargo, lo fundamental es la participación activa de los estudiantes en su propio aprendizaje. Esta investigación corrobora, la influencia significativa del recurso virtual Podcast en el aprendizaje autónomo de los estudiantes universitarios, mediante la elaboración y uso de dicho recurso.

Los resultados de la prueba de hipótesis confirman que, la elaboración del podcast, fortalece significativamente el aprendizaje autónomo, lo cual coincide con López (2017) quien manifiesta que el podcast es una herramienta, que bien planteada y adaptada a cada circunstancia, viene a ser un instrumento útil de aprendizaje y de trabajo autónomo para el alumnado, en ese mismo orden de ideas Peinado (2020) enfatiza que permite la autorregulación. Además, Prado (2020) sostiene que el Podcast en el desarrollo de las sesiones de aprendizaje ha producido cambios significativos y convirtió a los estudiantes en generadores y gestores de su proceso de aprendizaje; el uso del Podcast en la evaluación de aprendizajes estudiado por Gil y Ortega-Quevedo (2022) es coherente con lo encontrado en esta investigación.

La elaboración y uso de un Podcast por los estudiantes, sobre un tópico de una asignatura, posibilitó el control volitivo, al tomar decisiones para su planificación y desarrollo; el manejo del tiempo para el cumplimiento oportuno; la autoeficacia, motivación y creatividad al estructurar el guion, esto a su vez, implica la construcción y gestión del conocimiento, aspectos que concuerdan con Gutiérrez y Acha (2021) que concluyen que, uno de los logros fue que la estructura del recurso Podcast elaborado, permitió que los estudiantes pudieran aproximarse autónomamente a los contenidos del curso.

El trabajo colaborativo, involucra la práctica de la empatía, sinergia, asertividad y la cooperación, aspectos que se han ejercitado, en el trabajo en equipo al realizar el Podcast y su presentación en clase para temas correspondientes a una asignatura.

Para esta investigación se consideraron siete diferentes asignaturas, sería deseable continuar con investigaciones que consideren una misma asignatura para estudiantes de diferentes universidades.

5. Conclusiones

1. La elaboración y uso del recurso virtual podcast influye en el fortalecimiento del aprendizaje autónomo de estudiantes universitarios.
2. La elaboración y uso del podcast contribuye en la mejora de la autorregulación de procesos cognitivos y socio-afectivos, reflejados en el control volitivo como el manejo del tiempo, autoeficacia, motivación y creatividad en estudiantes universitarios.
3. El uso eficiente del podcast influye en el desarrollo de las competencias informacionales que favorezcan la construcción y gestión del conocimiento en estudiantes universitarios.
4. La elaboración del podcast influye en el trabajo colaborativo de estudiantes universitarios.

Referencias

Alcántara, L., Díaz, M., Puertas, E., & Pérez, C. (2020). El potencial del podcast en el ámbito universitario como recurso didáctico para mejorar las competencias comunicativas y emocionales del alumnado. <http://hdl.handle.net/10498/24309>

- Arellano, D. A. (2018). *Relación entre Habilidades de Pensamiento, Aprendizaje autónomo y rendimiento académico en los estudiantes de la I.E. Públicas del distrito de Paramonga*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú]. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/>
- Argüelles, D. (2009). *Si quieres... lee: Contra la obligación de leer y otras utopías lectoras*. Fórcola.
- Borja-Torresano, S., Mascaro-Benites, E., & Ulli, W. (2020). Podcast: Usos y tipologías en la enseñanza del idioma inglés. *Polo del conocimiento*, 5(10), 298-320. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1809>
- Cárcel, F. (2016). Desarrollo de habilidades mediante el Aprendizaje Autónomo. *3C Empresas*, 5(3), 52-60. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2016.050327.63-85>
- Freitas, F., & Costa, A. P. (2020). Autoaprendizagem online do webQDA: uma análise de grupos focais. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (38), 1-16. <https://scielo.pt/pdf/rist/n38/n38ao2.pdf>
- García-Bullé, S. (2019). 5 beneficios de los podcasts como herramienta educativa. *Observatorio Tecnológico de Monterrey*. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/cinco-beneficios-podcasts-educacion>
- Gil, C., & Ortega-Quevedo, V. (2022). El uso de podcast como instrumento de evaluación sobre el aprendizaje en la enseñanza de las ciencias. *REIDOCREA*, 11(2), 14-27. <https://digibug.ugr.es/handle/10481/72231>
- Gutiérrez, G., & Acha, M. P. (2021). Uso de recursos asincrónicos interactivos: las presentaciones interactivas y el podcast. *En Blanco Y Negro*, 11(1), 60-70. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/23192>
- López, M. (2017). Los podcast como método de aprendizaje autónomo en el área de Derecho del Trabajo y de la Seguridad Social en la Universidad del País Vasco. *Revista Lan Harremanak, (Especial)*, 150-163. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6204586>
- Makina, A. (2020). Investigating the use of podcasts in an open, distance and e-learning environment. *Perspectives in education*, 38(1), 30-42. <https://doi.org/10.18820/2519593X/pie.v38i1>
- Peinado, J. de J. (2020). Experiencias del profesorado acerca del aprendizaje autónomo en estudiantes de modalidad a distancia y el uso de recursos digitales. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 10(20), e645. <https://doi.org/10.23913/ride.v10i20.645>
- Prado, J. (2020). *Eficacia del podcast en la mejora de la expresión oral en inglés en estudiantes del nivel básico del Centro de Idiomas de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca - 2018* [Tesis de Maestría, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6897>

- Quinteros, C., & Migone, D. (27 de abril de 2020). *¿Cómo aprende la Gen Z y qué esperan de la educación?* Observatorio del Tecnológico de Monterrey. <https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/generacion-z-expectativas-educacion>
- Parlatore, B., Delménico, M., Beneitez, M., Clavellino, M., Di Marzio, M., Gratti, A. (2020). El podcast y el desafío de repensar lo radiofónico. *Question*, 2 (66), 1-18.
- Peña, C., & Cosi, E. (2017). Relación entre las habilidades de pensamiento crítico y creativo y el aprendizaje autónomo en estudiantes de la Facultad de Ciencias Matemáticas. *Pesquimat*, 20(2), 37-40. <http://dx.doi.org/10.15381/pes.v20i2.13965>
- Priyadharshini, A., Ashwini, D., Shahina, Y. & Swathi, Y. (2022). Survey on Podcasting to Improve Teaching Learning Process. *Cyber Intelligence and Information Retrieval*, 6, 591-596. https://doi.org/10.1007/978-981-16-4284-5_52
- Reinoso, A., Zepeda, I., & Rodríguez, R. (2019). *Podcast Educativo*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.cch.unam.mx/aprendizaje/sites/www.cch.unam.mx.aprendizaje/files/Podcast_educativo_2019.pdf
- Rodríguez, R., & Espinoza, L. (2017). Trabajo colaborativo y estrategias de aprendizaje en entornos virtuales en jóvenes universitarios. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 7(14), 86-109. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.274>
- Romero-Rodríguez, J., Aznar-Díaz, I., Hinojo-Lucena, F., Gómez-García, G. (2021). Uso de los dispositivos móviles en educación superior: relación con el rendimiento académico y la autorregulación del aprendizaje. *Revista Complutense de Educación*, 32(3), 327-335. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/70180/4564456558065>
- Romero, V., Palacios, J., García, S., Coayla, E., Campos, R., & Salazar, C. (2020). Distanciamiento social y aprendizaje remoto. *Cátedra Villarreal*, 8(1), 81-92. <https://doi.org/10.24039/cv202081766>
- Sierra, J. (2013). El desarrollo de competencias informacionales en el entorno universitario. *Revista de la Universidad de La Salle*, (60), 159-175. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1357&context=ruls>
- Solano, I., & Sánchez, M. (2010). Aprendiendo en cualquier lugar: el Podcast educativo. *Revista de Medios y Educación*. (36), 125-139. <https://core.ac.uk/download/pdf/51386308.pdf>
- Talavera, F., Hurtado-Mazeyra, A., Ponce, E., Moscoso, C., & Bstamante, T. (2019). La flexibilidad como elemento de cambio para la creatividad e innovación en el aula universitaria. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E21), 81-92. <http://www.risti.xyz/issues/ristie21.pdf>

- Tarwaman, I., Rusdiyana, A., Salim, A., & Ulpah, p. (2021). The Role of Podcasts as an Alternative Media for Learning and Distribution of Audio Based Content. *International Journal of Research and Applied Technology*, 1(1),1-8.
- Trujillo, J. (2011). Comunicación, innovación, educación y gestión del conocimiento en torno al uso del podcast en la educación superior. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 8(2), 61-76. <https://www.redalyc.org/pdf/780/78018793006.pdf>

Revisión Sistemática de Instrumentos de Evaluación de Calidad de Objetos de Aprendizaje

Valeria Bertossi¹, Lucila Romero², Milagros Gutiérrez³

vbertossi@frsf.utn.edu.ar; lucila.rb@gmail.com; mgutierrez@frsf.utn.edu.ar

^{1,3} Universidad Tecnológica Nacional – FRFSF, Lavaise 610, 3000, Santa Fe, Argentina.

² Universidad Nacional del Litoral – FICH, Ciudad Universitaria, 3000, Santa Fe, Argentina.

DOI: 10.17013/risti.46.34–53

Resumen: En este trabajo se presenta una revisión exhaustiva de instrumentos de evaluación de calidad de objetos de aprendizaje propuestos en la literatura con el objetivo de determinar si es necesario elaborar un nuevo instrumento que contemple necesidades no previstas en aquéllos; o si, por el contrario, alguno puede ser adoptado para valorar esta clase particular de recursos educativos en la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. El instrumento a ser elegido debe guardar un adecuado equilibrio entre cobertura, extensión y facilidad de aplicación, a la vez que dar garantías de confiabilidad y validez. Del análisis de resultados se concluyó que el modelo de la norma de la Agencia Española de Normalización, UNE 71362 Calidad de los materiales educativos digitales, verifica los requisitos de selección.

Palabras-clave: objeto de aprendizaje; instrumento de evaluación de calidad de objetos de aprendizaje; ítem de calidad; criterio de calidad; aspecto de calidad.

Systematic review of quality assessment instruments for learning objects

Abstract: This paper presents an exhaustive review of learning objects quality assessment tools proposed in the literature in order to determine if it is necessary to develop a new instrument that addresses needs not foreseen in them; or if, on the other hand, one can be adopted to value this particular class of educational resources at the National Technological University of Argentina. The instrument to be chosen must keep an adequate balance between coverage, extension and easy to use, while providing guarantees of reliability and validity. From the analysis of results, it was concluded that standard of the Spanish Agency for Standardization, UNE 71362 Quality of digital educational materials, verifies the selection requirements.

Keywords: learning object; learning objects quality assessment instrument; quality item; quality criterion; quality aspect.

1. Introducción

Desde que la tecnología de objetos de aprendizaje (OA) fue adoptada por la academia para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje surgió al mismo tiempo la necesidad de garantizar su calidad mediante actividades de evaluación destinadas a constatar evidencias mensurables. Según Bertossi y Gutiérrez (2020) los OA son materiales educativos conformados por una estructura interna de cuatro elementos –objetivo, contenido, actividades y evaluación– y una estructura externa de metadatos que facilita la búsqueda, selección y recuperación desde repositorios para su reutilización en una diversidad de configuraciones educativas y tecnológicas.

En relación a su calidad, además de posibilitar el logro objetivos de aprendizaje, Nesbit et al. (2002) destacan otros beneficios que traen consigo los procesos de evaluación: ayudan a los usuarios a encontrar OA en los repositorios, orientan sobre la mejor manera de emplearlos, pueden mejorar la calidad de los OA de manera temprana mediante evaluaciones en etapas de diseño y desarrollo, mejoran el desarrollo profesional de quienes participan en actividades de evaluación, los estándares de calidad guían a diseñadores y desarrolladores, las habilidades de éstos pueden ser reconocidas socialmente frente a evaluaciones positivas, entre otras.

Como elementos facilitadores del aprendizaje, ya sea en su modalidad presencial o a distancia, los OA deben exhibir un atributo central de calidad: la usabilidad pedagógica. Para el estándar ISO 9241 (ISO, 2018) “usabilidad es la eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”. Nielsen (1993) la definió como “el atributo de calidad que mide lo fáciles de usar que son las interfaces Web”. En particular, la usabilidad pedagógica alude a “la facilidad de aprendizaje, eficiencia de uso pedagógico y la satisfacción con la que las personas son capaces de realizar sus tareas gracias al uso del producto con el que están interactuando” (Massa, 2012).

Otras consideraciones de calidad se vinculan a la reusabilidad, interoperabilidad y accesibilidad de los OA, que hacen posible su reutilización en diferentes contextos tecnológicos y pedagógicos, su comunicación con sistemas de gestión del aprendizaje y su almacenamiento, selección y recuperación desde ubicaciones remotas.

Por otra parte, para fiarse de las conclusiones de una evaluación, tan importante como los resultados que arrojen las mediciones de los atributos de calidad son la validez y confiabilidad del instrumento con el que se llevan a cabo tales mediciones.

En vistas a lo expuesto se analizarán diferentes instrumentos de evaluación con el objetivo de determinar si alguno puede ser adoptado en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) de Argentina, donde se enseñan ingenierías, o si será necesario elaborar uno propio. El cumplimiento de los siguientes requisitos será condición necesaria y suficiente para su selección:

- Consideración de la significatividad lógica: mide atributos vinculados con la coherencia de la propuesta didáctica.
- Consideración de la significatividad psicológica: evalúa cuestiones relacionadas con la estructura psicológica del contenido que hacen posible que el nuevo contenido se ensamble en la estructura cognitiva previa del alumno

considerando, en lo posible, los estilos de aprendizajes como la identificación de rasgos cognitivos, afectivos y fisiológicos (Oviedo y Almendrales, 2018).

- Consideración de la calidad técnica: involucra atributos que harán posible que el OA reúna las propiedades técnicas de reusabilidad, interoperabilidad y accesibilidad, entendida esta última como la posibilidad de localizar, acceder y recuperar el OA de un repositorio.
- Consideración de la usabilidad: si bien es un atributo técnico de calidad, dado que existe un corpus de investigación, estándares y disciplinas relacionados con la usabilidad se prefiere contemplarla por separado.
- Consideración de la accesibilidad: aquí el término atañe a los atributos de calidad que hacen posible la fácil manipulación del OA por parte de personas con o sin discapacidades en igualdad de condiciones. También es un atributo de calidad técnica, pero por los mismos motivos que la usabilidad se la considera aparte.
- Sencillez de la actividad de evaluación utilizando el instrumento.
- Garantías de validez y confiabilidad en la aplicación del instrumento.

La comunicación se organiza como sigue: en la sección 2 se explica la metodología empleada para llevar adelante la búsqueda bibliográfica y se describe someramente cómo fue aplicada; en la sección 3 se describen los instrumentos encontrados; en la sección 4 se valoran dichos instrumentos a la luz de los requerimientos de selección y en la sección 5 se exponen las conclusiones.

2. Método

En este trabajo se siguió la metodología propuesta por Medina-López et al. (2010) para revisiones de la literatura debido a que en otras investigaciones bibliográficas que hemos llevado a cabo con anterioridad nos resultó de sencilla aplicación y nos permitió obtener resultados favorables a los intereses de las búsquedas de manera satisfactoria. Consta de cinco etapas: (i) Identificación del campo de estudio y del período a analizar; (ii) Selección de las fuentes de información; (iii) Realización de la búsqueda (qué, dónde y cómo); (iv) Gestión y depuración de los resultados de la búsqueda; (v) Análisis de los resultados. En (i) se definió la calidad de OA como campo de estudio dentro del período 2000-2021. Las fuentes de información en (ii) incluyeron: artículos de revistas, actas de congresos, tesis académicas, libros, repositorios digitales abiertos de universidades de Estados Unidos, Canadá e Iberoamérica, portales bibliográficos y bases de datos, redes sociales académicas y el buscador Google Académico. En (iii) se realizaron búsquedas automáticas y manuales según los criterios de búsqueda “Calidad de objetos de aprendizaje”, “Calidad de [sinónimo de OA]” (donde sinónimo de OA puede ser objeto virtual de aprendizaje, objeto digital educativo, recurso educativo digital, recurso educativo abierto, material educativo digital, material didáctico interactivo, etc.), “Evaluación de calidad de objetos de aprendizaje”, “Evaluación de calidad de [sinónimo de OA]” y sus expresiones en inglés. En (iv), a partir de la lectura de resumen y conclusiones, tres revisores clasificaron el material en dos categorías: FACTIBLES (publicaciones del tema bajo estudio) y DESCARTADOS (falso-positivos). La primera categoría incluyó las publicaciones sobre calidad de OA exclusivamente. La lectura completa de los trabajos FACTIBLES para llevar a cabo el análisis se realizó en (v). En esta etapa, cuando algún asunto abordado por el artículo leído despertaba particular

interés en relación a las consideraciones de selectividad mencionadas en la introducción, ameritaba una explicación más profunda o aludía a otros instrumentos de evaluación de calidad de OA, se prestó especial atención a las referencias bibliográficas como fuente valiosa de trabajos relacionados e investigaciones en el área que podrían enriquecer los resultados de la exploración y dar sustento al análisis de resultados, llevando adelante un ciclo iterativo entre las etapas (iv) y (v).

3. Revisión de la literatura

En este apartado se presentan 20 instrumentos de evaluación de calidad de OA propuestos por grupos de investigación de entidades de educación superior y grupos de trabajo para el desarrollo de estándares. La revisión apuntó a identificar en cada propuesta (Tabla 1): (i) criterios de calidad considerados; (ii) objetivo; (iii) escala de calificación; (iv) mecanismo de evaluación; (v) momento de evaluación; (vi) actores que participan en la evaluación; (vii) validez y confiabilidad del instrumento. Las columnas I a V de la Tabla 1 corresponden al ítem (i) y refieren a los aspectos de calidad Significatividad lógica, Significatividad psicológica, Calidad técnica, Usabilidad y Accesibilidad, respectivamente. Se definió esta taxonomía como marco normalizado de comparación debido a que cada instrumento estructura sus criterios en dimensiones no estándar y con diferentes niveles de abstracción. El detalle de los ítems de calidad mensurados por cada instrumento y su clasificación dentro de los aspectos de calidad mencionados puede consultarse en Bertossi y Gutiérrez (2021). La columna “Val.” refiere a “Validez”; y “Conf.” a “Confiabilidad”.

MERLOT (Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching)

(Malloy y Hanley, 2001; MERLOT, s.f.). Evalúa 3 dimensiones: Calidad de contenido; Facilidad de uso; Eficacia potencial como herramienta de enseñanza.

LORI (Learning Object Review Instrument) (Nesbit et al., 2002, 2003, 2009; Leacock y Nesbit, 2007). Evalúa 9 heurísticas: Calidad del contenido; Motivación; Alineación de los objetivos de aprendizaje; Adaptación y retroalimentación; Diseño de presentación; Usabilidad de la interacción; Accesibilidad; Reusabilidad; Conformidad con estándares de metadatos e interoperabilidad. Propone un método de evaluación de participación convergente que garantiza confiabilidad entre evaluadores, aunque no entre ítems (Vargo et al., 2003) y consta de dos etapas: en la primera los actores evalúan individualmente los OA en forma asíncrona; en la segunda, preferentemente en sesiones síncronas, el proceso es conducido por un moderador y los actores consensuan un juicio común a ser publicado para el OA evaluado.

HEODAR (Herramienta de Evaluación de Objetos Didácticos de Aprendizaje Reutilizables) (Morales et al., 2008). Considera 64 ítems calificables numéricamente y distribuidos en cuatro categorías: Didáctico-curricular; Psicopedagógica, Diseño de interfaz, Diseño de navegación.

Modelo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (Velázquez et al., 2006). Mide 23 ítems de calidad agrupados en 4 categorías: Elementos tecnológicos; Elementos pedagógicos; Elementos de contenido; Elementos estéticos. Para cada ítem se define un

Instrumento	I	II	III	IV	V	Val.	Conf.	Objetivo	Escala de calificación	Mecanismo	Momento	Actor
MERLOT (EEUU)	X	X		X				Proporcionar una lista con el ranking de los OA evaluados	Continúa de 5 puntos + campo de comentarios	Individual	Cuando los OA están publicados en el repositorio	Experto disciplinar y usuario final
LORI (Canadá)	X	X	X	X	X		X	Que los repositorios retomen los OA mejor calificados según los términos de búsqueda de los usuarios y que se utilice en evaluaciones formativas dentro del proceso de desarrollo de OA	Ordinal de 1 a 5 + 'No aplica' + campo de comentarios	Participación convergente	Durante el proceso de desarrollo y cuando los OA están publicados en el repositorio	Docente experto en la disciplina sobre la que versa el OA, diseñador instruccional, profesional del e-learning, desarrollador multimedia, experto en tecnologías
HEODAR (España)	X	X		X				Publicar los OA con buena calificación (4 ó 5), mejorar los OA que no sean de muy buena calidad y desechar los de mala calidad	Continúa de 5 puntos + 'No sabe' + campo de comentarios	Participación convergente	Cuando el OA está terminado	Diseñador instruccional, diseñador gráfico, profesor experto en la disciplina
Univ. Autón. de Aguascalientes (México)	X	X	X	X				Proporcionar información para realizar búsquedas más rápidas y precisas de OA y para mejorar su calidad	Ordinal (para ítems: Deficiente, Bueno, Excelente) + 'No aplica' + Ponderación por ítem + Ponderación por categoría	Individual	Al momento de seleccionar el OA de un repositorio para utilizarlo en el curso que se está diseñando	Docente usuario

Instrumento	I	II	III	IV	V	Val.	Conf.	Objetivo	Escala de calificación	Mecanismo	Momento	Actor
ECOBA (México)	X	X	X	X				Brindar la seguridad de proporcionar recursos de calidad a los estudiantes	Ordinal (para ítems: 0-Malo, 1-Regular, 2-Bueno, 3-Muy Bueno). Ordinal (para el OA en general: Excelente, Muy buena, Buena, Aceptable, No aceptable)	Individual	Durante el desarrollo del OA o cuando ya está terminado, previo a la interacción de los alumnos	Docente usuario
LOAM (Reino Unido)	X	X						Calificar OA desde el punto de vista pedagógico	Ordinal de 1 a 5	Individual	Luego de que el OA es publicado en un repositorio	Experto
Univ. del BioBio y de Castilla-La Mancha (Chile-España)	X	X	X	X				Seleccionar un OA para su uso en un curso	Rango de valores para ser procesados con lógica difusa	Individual	Cuando se lleva a cabo la selección del OA previo a su uso o adaptación	Docente usuario
LOEM (Canadá)		X		X		X	X	Ayudar a los educadores a seleccionar OA eficaces	Ordinal de 1 a 3	Individual	Al seleccionar el OA, previo al uso del OA en clase	Docente usuario
LOES-S (Canadá)		X		X		X	X	Evaluar la calidad pedagógica de los OA desde el punto de vista del alumno	Likert de 5 puntos	Individual	Luego de usar el OA interactúa con el OA	Alumno que interactúa con el OA
LOES-T (Canadá)		X		X		X	X	Evaluar la calidad pedagógica del OA desde el punto de vista del docente	Likert de 7 puntos	Individual	Luego de haber usado el OA en clase	Docente usuario
MFCOA (Honduras-España)	X	X		X				Incorporar en los metadatos la información resultante de la evaluación y ayudar a encontrar OA que satisfagan criterios pedagógicos con respecto a su uso	Etiquetas lingüísticas de lógica difusa	Individual, a través de una red social	Antes del almacenamiento o recuperación del OA en un repositorio	Docente autor, docente usuario, estudiante, pedagogo, experto

Instrumento	I	II	III	IV	V	Val.	Conf.	Objetivo	Escala de calificación	Mecanismo	Momento	Actor
<i>Eval. automat. mediante redes neuronales</i> (Brasil-España)			X					Proporcionar información temporal de calidad de los OA publicados en un repositorio que aún no han sido evaluados por miembros de la comunidad para optimizar los resultados de los motores de búsqueda	Cualitativa nominal de 2 categorías (Bueno, No-bueno)	Automático	Luego de que el OA es publicado en un repositorio, pero previo a su revisión manual	Sistema de software inteligente
<i>GEHOA</i> (Argentina)	X	X		X				Mejorar la calidad del OA o seleccionarlo para su uso	Nielsen de 5 puntos + 'No sabe' + campo de comentarios	Individual	Dentro del proceso de desarrollo o cuando se desea seleccionar un OA para usarlo en clase	Experto en contenido, en experiencia de usuario, del área de contenido educativo y de tecnologías Web
<i>CUSEOA</i> (Argentina)	X	X		X				Obtener retroalimentación de los alumnos	Adjetivos antagónicos puntuados de 1 a 7 + Likert de 5 puntos + campo de comentarios	Individual	Luego de la interacción con el OA	Alumno
<i>CODa</i> (España)	X	X	X	X	X			Utilizarlo como guía durante la creación de OA y como instrumento de evaluación una vez que el OA está terminado	Ordinal de 1 a 5 + 'No aplica'	Individual, autoevaluación, o participación convergente	En el proceso de desarrollo y cuando el OA se completó	Profesor, investigador, estudiante (creadores o usuarios del OA), expertos en sus respectivas disciplinas pero no necesariamente en informática y didáctica

Instrumento	I	II	III	IV	V	Val.	Conf.	Objetivo	Escala de calificación	Mecanismo	Momento	Actor
<i>LOES</i> (Turquía)		X		X		X	X	Obtener retroalimentación de los alumnos	Likert de 5 puntos	Individual	Luego de la interacción con el OA	Alumno
<i>Equali-OAS</i> (Brasil)	X	X	X	X	X	X	X	Evaluar la calidad de OA del área específica de la salud	Likert de 5 puntos	Individual	Luego de utilizar el OA	Profesional y estudiante del área de salud (usuarios)
<i>UNE 71362</i> (España)	X	X	X	X	X	X	X	Evaluar la calidad de OA, guiar la creación de OA, clasificar y documentar OA según su calidad, facilitar la búsqueda, selección y recuperación de OA de los repositorios	Continua en el intervalo [0; 1] + 'No aplicable' + campo de comentarios	Individual, autoevaluación o participación colaborativa	Durante el desarrollo, antes de la utilización del OA (evaluación de calidad potencial) y luego de su uso (evaluación post-uso)	Alumno, profesor, editor, autor del OA, comité de certificación de calidad
<i>Modelo por capas</i> (Colombia)	X	X	X	X		X		Calificar la calidad de OA en repositorios	Discreta de 0 a 5 (ítems) Continua en [0; 1] (métricas)	Individual	Luego de que el OA es publicado en un repositorio y luego de usarlo	Administrador de repositorio, experto y usuario
<i>Eval. automat. mediante analít. de aprendizaje</i> (España)	X	X		X		X			Cualitativa nominal de 2 categorías (Alta calidad, Baja calidad)	Automático	Luego del almacenamiento del OA en un repositorio, la información de interacción se captura durante el uso del OA	Sistema informático

Tabla 1 – Cuadro comparativo de instrumentos evaluación de calidad de OA.

valor estándar y una ponderación según el contexto del alumno. Las categorías también se ponderan en función de dicho contexto.

ECOA (Evaluación de la Calidad en los OBjetos de Aprendizaje)(Ruiz et al., 2007). Agrupa 41 criterios en 3 ejes: Pertinencia y veracidad de los contenidos; Diseño estético y funcional; Diseño instruccional y aseguramiento de competencia.

LOAM (Learning Object Attribute Metric) (Windle et al., 2007). Mide 12 atributos de calidad pedagógica agrupados en 3 categorías: Entorno en el que tiene lugar el aprendizaje; Roles en el proceso de aprendizaje; Actividades propuestas.

Modelo de la Universidad del BioBio y Universidad de Castilla-La Mancha (Vidal et al., 2008). Mide 38 rasgos de calidad asociados a características y sub-características del estándar ISO/IEC 9126 (ISO/IEC, 2001), actualmente reemplazado por ISO/IEC 25000 (ISO/IEC, 2014), adaptadas a los OA: Funcionalidad; Usabilidad; Eficiencia; Reutilización.

LOEM (Learning Object Evaluation Metric). Modelo de tres componentes que evalúa OA de escuela media: LOEM propiamente dicho (Kay y Knaack, 2008), LOES-T (Learning Object Evaluation Scale for Teachers) (Kay et al., 2009) y LOES-S (Learning Object Evaluation Scale for Students) (Kay y Knaack, 2009). LOEM calcula 17 métricas durante la selección del OA agrupadas en 4 constructos: Interactividad; Diseño; Compromiso; Usabilidad. LOES-T evalúa 8 ítems de usabilidad pedagógica por parte del docente. LOES-S evalúa 12 ítems de usabilidad pedagógica por parte del alumno. Mediante análisis estadístico formal los autores han demostrado confiabilidad del modelo (interna y entre evaluadores) y validez de constructo, de convergencia entre LOES-S y LOEM, de convergencia entre LOES-T y LOEM, y validez predictiva de los resultados de aprendizaje.

MECOA (Modelo para la Evaluación de Calidad de OA) (Eguigure y Prieto, 2011). Opera sobre 6 indicadores de calidad pedagógica: Contenido; Representación; Competencia; Autogestión; Significación; Creatividad.

Modelo de evaluación automática mediante redes neuronales (Cechinel et al., 2016). Clasifica los OA en dos categorías: Bueno y No-bueno. Para ello calcula 35 métricas de bajo nivel a partir de datos y metadatos extraídos automáticamente del OA, las cuales se agrupan en 5 rubros: Enlaces; Texto; Gráfico, Interactividad y multimedia; Arquitectura del sitio; Metadatos de evaluación. Por el tipo de datos que se extraen para las métricas de cada rubro se las consideró parte de Calidad técnica.

GEHOA (Guía de Evaluación Heurística de OA) y CUSEOA (Cuestionario de Satisfacción de Estudiantes de un OA) (Massa, 2012). GEHOA evalúa 17 heurísticas desde el perfil experto, CUSEOA evalúa 11 heurísticas desde el perfil alumno. Ambos agrupan las heurísticas según la siguiente taxonomía: Dimensión Usabilidad pedagógica, que se descompone en las categorías Significatividad lógica y Significatividad psicológica; Dimensión Usabilidad de sitios Web, cuyas categorías son Diseño de interfaz y Estructura de navegación.

CODa (Calidad de Objetos de Aprendizaje) (Fernández-Pamplillón et al., 2012). Organiza 10 criterios en dos grupos: Criterios didácticos; Criterios tecnológicos.

LOES (Learning Object Evaluation Scale) (Gürer y Yıldırım, 2014). Adaptación de LOES-S (Kay y Knaack, 2009) para nivel primario. Consta de 29 ítems agrupados en 3 constructos: Aprendizaje percibido; Usabilidad; Compromiso. Mediante análisis factorial exploratorio y confirmatorio se ha demostrado confiabilidad y validez de la herramienta.

Equali-OAS (Escala para avaliação da qualidade dos Objetos de Aprendizagem da área da Saúde) (Trindade, 2016; Trindade et al., 2018). Evalúa OA para la enseñanza de ciencias de la salud mensurando 41 ítems agrupados en 3 dimensiones: Conceptos intrínsecos de los OA en el área de salud; Características educativas; Presentación. Se ha demostrado confiabilidad y validez de estructura interna (con análisis factorial) y externa (correlación con LORI) del instrumento.

UNE 71362 Calidad de los materiales educativos digitales (Fernández-Pampillón, 2017; AENOR, 2020; Cabezuelo et al., 2016). Incluye 15 criterios de calidad distribuidos en 3 dimensiones: Eficacia didáctica del material; Eficacia tecnológica; Eficacia respecto a la accesibilidad. Cada criterio tiene una serie de ítems puntuables numéricamente. También prevé valoración cualitativa y provee una rúbrica para expertos, una adaptación para el perfil docente y una para el perfil alumno.

Modelo por capas (Tabares et al., 2017). Cada capa corresponde a un perfil de evaluador e involucra métricas que valoran alguna de las siguientes dimensiones de calidad: Educativa; Contenido; Estética; Funcional; Metadatos; Contextual. Las métricas de la capa de Gestión se calculan a partir de metadatos del OA y datos del repositorio; las de la capa Revisión de expertos se calculan a partir de la calificación de ítems ponderados según el nivel de experticia del evaluador. Las métricas de la capa Percepción de usuarios se calculan a partir de la calificación que da el usuario. Además, se calcula un índice integrador de todas las métricas de cada capa. El modelo se validó por comparación de los índices de cada capa y por comparación entre capas de las métricas correspondientes a cada dimensión.

Modelo de valuación automática mediante analíticas de aprendizaje (Gordillo et al., 2018). Las analíticas de aprendizaje consisten en algoritmos de software estadístico-matemáticos que, a través de la medición, recopilación, análisis e informe de los usos virtuales o digitales de los alumnos y sus contextos permiten abordar aspectos hasta el momento desconocidos del proceso de aprendizaje, abriendo un camino para la ejecución de estudios descriptivos, predictivos, diagnósticos y prescriptivos (Covadonga, 2021). El instrumento de Gordillo estima predictores de calidad en base 9 tipos de interacciones: Tiempo promedio total que pasan los alumnos con el OA(*); Tiempo medio que pasan en cada diapositiva; Tiempo mínimo promedio que pasan en una diapositiva; Tiempo máximo promedio que pasan en una diapositiva; Promedio de clics de ratón(*); Promedio de cuestionarios respondidos; Número total de visitas del OA; Ratio de permanencia (porcentaje de usuarios que no abandonan el OA en los primeros 30 segundos)(*); Ratio de favoritos. Los autores han demostrado mediante regresión lineal multivariable que las interacciones (*) explican el 95% de las variaciones de calidad de los OA. Por otra parte, argumentan que los estudiantes tienden a pasar más tiempo con recursos de mayor calidad ya que presentan mejores contenidos, tienen mayor capacidad de motivar, están mejor estructurados y son fáciles de usar; además, interacciones como el número de clics o cuestionarios respondidos dan la señal de que el OA fomenta el aprendizaje

activo. Por esta razón, se interpreta que las 9 mediciones aportan indistintamente a los aspectos Significatividad lógica, Significatividad psicológica y Usabilidad. En cuanto a su validez, la investigación probó que el instrumento diferenció correctamente OA de calidad alta y baja en el 90% de los casos, sin embargo, no está estudiada la cantidad de sesiones de interacción necesarias para hacerlo de manera confiable.

4. Análisis de resultados

Las observaciones derivadas de la revisión se discuten partiendo de una visión macro que considera todos los instrumentos en su conjunto hasta las particularidades de cada uno, teniendo como objetivo la pauta de selección descripta en la introducción.

La mayoría de los autores analizados coinciden en que por tratarse los OA de recursos que reúnen simultáneamente las cualidades de producto de software y recurso educativo, la dimensión técnica y la dimensión pedagógica deben estar cubiertas por los atributos de calidad medidos. Los ítems propuestos en los distintos instrumentos se subordinan a aquellas porque o bien consideran la reusabilidad, accesibilidad e interoperabilidad (en este artículo se agrupan dentro de Calidad técnica), o hacen foco en aspectos de interacción persona-computadora, cuestiones netamente técnicas que son abordadas por disciplinas como la ingeniería de la usabilidad, el diseño web, el diseño centrado en las personas, diseño de interfaz hombre-computadora, el diseño universal y la accesibilidad web y de sistemas interactivos, que son respaldados por estándares internacionales como ISO 9241 (ISO, 2018), ISO/IEC 24751 (ISO/IEC, 2008) y recomendaciones de la W3C (W3C, 2008) (en este trabajo están discriminados bajo los aspectos Usabilidad y Accesibilidad); o bien consideran cuestiones vinculadas al apoyo o facilitación del aprendizaje según las teorías del aprendizaje y que aquí son denominadas aspectos de Significatividad lógica y de Significatividad psicológica.

En la figura 1 se muestra el porcentaje de instrumentos que cubren cada uno de los aspectos genéricos de calidad distinguidos en esta comunicación. El 75% (15 de 20) evalúa la Significatividad lógica; el 95% (19 de 20) evalúa la Significatividad psicológica; el 45% (9 de 20) considera la Calidad técnica; el 90% (18 de 20) contempla la Usabilidad y sólo el 20% (4 de 20) la Accesibilidad. Los 2 primeros guarismos revelan que las preocupaciones iniciales que salieron a la luz allá por fines de los 90 en relación a la extremada relevancia que estaba tomando la faceta tecnológica de los OA en detrimento de su estatus pedagógico a causa del gran impulso que estaban teniendo diferentes iniciativas de desarrollo de estándares de interoperabilidad y catalogación de metadatos, o bien fueron equivocadas y los peligros no eran tales, o bien, previsoras, encaminaron los esfuerzos para evitar un desequilibrio en la calidad de los componentes que conforman la doble naturaleza de estos recursos.



Figura 1 – Porcentaje de instrumentos que contemplan cada aspecto de calidad.

Como no todos los instrumentos abordan todos estos aspectos de calidad, se procedió a organizarlos en cinco clases según la pertenencia a dichos aspectos de los ítems que miden (figura 2).

La clase A agrupa ítems que pertenecen al conjunto unión de los 5 aspectos (Significatividad lógica Significatividad psicológica Calidad técnica Usabilidad Accesibilidad): LORI, COdA, Equali-OAS y UNE 71362. La clase B agrupa instrumentos que dan cobertura al conjunto de aspectos de la Clase A excepto la

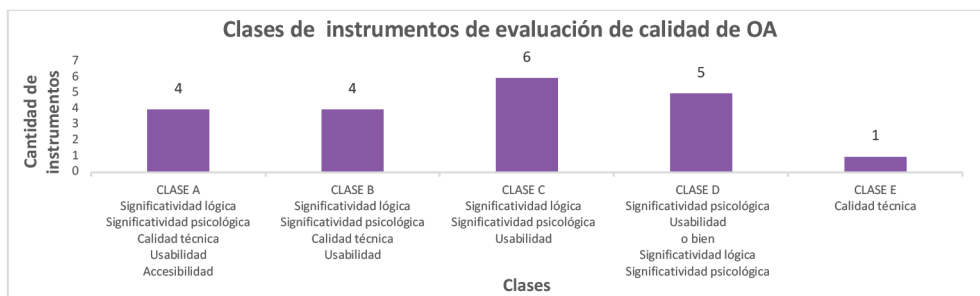


Figura 2 – Cantidad de instrumentos que evalúan cada grupo de aspectos de calidad.

Accesibilidad. A esta clase corresponden: Modelo de la Universidad de Aguascalientes, ECOBA, Modelo de las Universidades del BioBio y de Castilla-La Mancha y Modelo por capas. La clase C incluye ítems de la unión de 3 aspectos: Significatividad lógica Significatividad psicológica Usabilidad. En esta clase hay 6 instrumentos: MERLOT, HEODAR, MECOA, GEHOA, CUSEOA y Modelo de evaluación automática mediante analíticas de aprendizaje. La clase D da cobertura a sólo 2 aspectos de calidad: Significatividad psicológica Usabilidad, o bien, Significatividad psicológica Significatividad lógica. En esta clase hay 5 instrumentos: LOAM, LOEM, LOES-S, LOES-T y LOES. La clase E considera sólo la Calidad técnica. Puede advertirse que esta clase incluye sólo el Modelo de evaluación automática mediante redes neuronales debido a que sus métricas se alimentan de datos de bajo nivel extraídos del OA.

Cabe destacar que, si bien la herramienta adecuada para llevar adelante una evaluación holística pertenece a la clase A, no significa que la clase E sea la peor. Los instrumentos de este grupo, por su finalidad y características, son ideales para complementar la evaluación manual realizada con algún instrumento clase A y pueden ser aprovechados para obtener rápida y automáticamente un indicador de calidad a priori de los OA publicados en un repositorio hasta tanto los resultados de una revisión de expertos o de la comunidad de usuarios estén disponibles. Así, quedarían visibles todos los OA que verifiquen los criterios de búsqueda del interesado, dejando a su juicio la decisión de utilizar o no el OA a partir de esa información preliminar de calidad. Asimismo, pertenecer a la clase A no es garantía de un buen instrumento porque los atributos que mide podrían ser incompletos, redundantes, no válidos o no fiables. Esta clasificación se ha realizado al mero efecto de descartar aquellos instrumentos que no ofrecen una cobertura completa tal como se definió en la pauta de selección.

Considerando un análisis más particular, en la figura 3 puede observarse una notoria disparidad entre instrumentos con respecto a la cantidad de ítems para los que se mide el grado de cumplimiento dentro de cada aspecto de calidad. Con respecto al modelo que utiliza analíticas de aprendizaje, en la sección previa se explicó que los 9 ítems de calidad aportan en conjunto a los aspectos Significatividad lógica, Significatividad psicológica y Usabilidad, motivo por el cual se les asignó a cada uno de éstos la cantidad promedio de ítems.

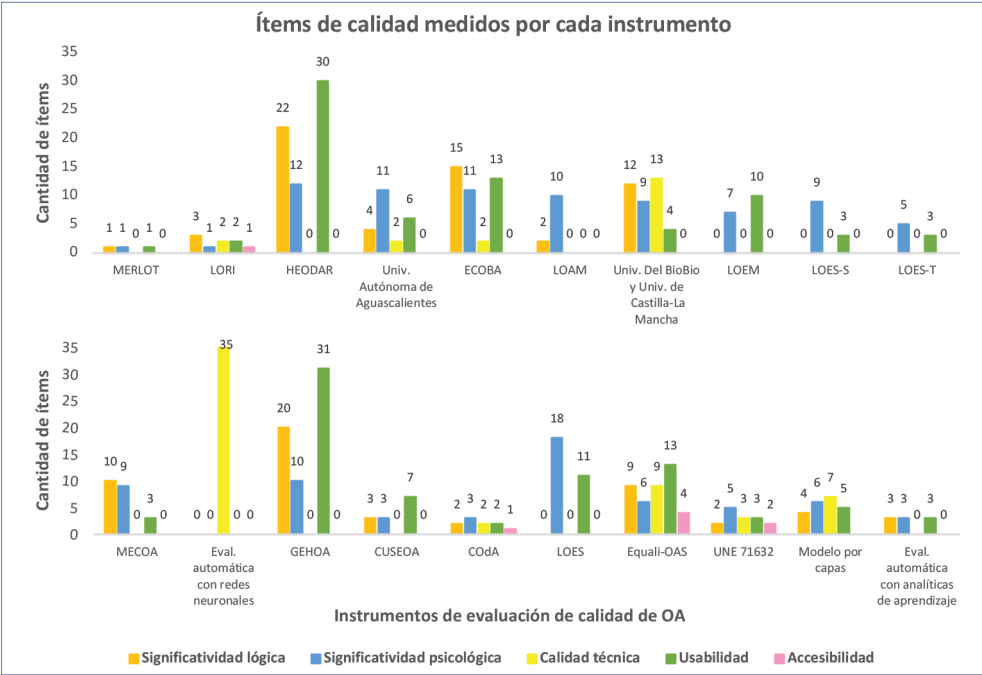


Figura 3 – Cantidad de ítems que mide cada instrumento, agrupados por aspecto de calidad.

Mientras que HEODAR y GEHOA mensuran una gran cantidad de ítems, MERLOT, LORI, CODA y UNE 71632 hacen lo contrario. El motivo de esta diferencia está en que estos últimos enumeran criterios heurísticos, que son declaraciones de reglas generales de calidad a un alto nivel de abstracción (no específicas directrices de valoración) para las que ofrecen guías a los evaluadores o enuncian buenas prácticas para facilitar la interpretación de los criterios y proceder a la calificación; entretanto HEODAR desglosa en ítems muy específicos tales heurísticas. Por ejemplo, con la profusión de ítems de Usabilidad que deben calificarse con HEODAR (30) y con GEHOA (31) se presume que sus autores han pretendido orientar al evaluador que no tiene experticia en esta disciplina para que ponga el foco en cosas puntuales y se disminuya así el riesgo de ambigüedad y omisiones.

La misma intención tiene LOES al discriminar tantos ítems de Significatividad psicológica, 18 frente a los 12 de HEODAR, que ocupa el segundo puesto en el ranking general de

este aspecto de calidad, terciando ECOBA y el Modelo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes con 11 ítems. Y la razón, nuevamente, es el grado de experticia del evaluador. LOES fue diseñado para ser usado por alumnos del nivel primario, por lo que sus creadores tuvieron especial cuidado en redactar punto por punto a evaluar en un lenguaje adecuado al nivel cognitivo de los encuestados y en forma pormenorizada de modo que no se pasara por alto ninguno y que todos fueran correctamente interpretados.

Hay un grupo de instrumentos que no son aplicables a la generalidad de los OA de educación superior. Equali-OAS sólo se ajusta a OA del área de la salud, LOEM, LOES-S y LOES-T están diseñados para OA de escuela media, mientras que LOES, como ya se dijo, para escuela primaria.

En lo que respecta a usabilidad, la misma debe garantizarse en aras a que el esfuerzo cognitivo del alumno esté centrado en aprender el contenido del OA y no en los avatares de una interfaz con deficiencias de diseño. En este sentido, todos excepto el Modelo de evaluación automática con redes neuronales miden ítems correspondientes a la usabilidad. No obstante, se ha advertido que algunos instrumentos posteriores a LORI han agregado ítems que ya Nielsen (1994), en su análisis factorial de 249 problemas de usabilidad, subsumió en alguna de sus 10 heurísticas de usabilidad. Por otra parte, también se detectó que algunos han discriminado ítems que otros instrumentos condensan en alguno de los propios. Tal es el caso de HEODAR, GEHOA y UNE 71362; mientras que este último considera el ítem 'Navegabilidad', GEHOA usa 8 ítems para evaluar esa característica y HEODAR usa 10. HEODAR, GEHOA, CUSEOA (estos últimos están inspirados en el primero) y LOEM le dan preponderancia al aspecto Usabilidad por sobre los otros, al punto que ni siquiera consideran la Calidad técnica ni la Accesibilidad; y en el caso de LOEM tampoco cubre Significatividad lógica.

Una cuestión relevante es la valoración de la Accesibilidad. En Argentina rige la ley N°26653 (2010) sobre accesibilidad en los contenidos de las páginas web y en 2011 se aprobó la Guía de Accesibilidad para Sitios Web del Sector Público Nacional según las recomendaciones WCAG (del inglés Web Content Accessibility Guidelines) del consorcio de la W3C. Éstas aportan directrices relacionados con la codificación y presentación de la información de manera que cualquier persona pueda percibir, entender, navegar e interactuar de forma efectiva con el contenido de una página web. En XXX se ha establecido un mínimo de conformidad con las recomendaciones WCAG 2.0 (W3C, 2008).

Por su parte, Fernández-Pampillón (2017) jerarquiza el impacto de la accesibilidad de los materiales educativos digitales al destacar que su consecución conlleva a la eficacia didáctica y a la eficacia tecnológica; requisitos fundamentales ambos que deben cumplirse para hablar de un OA de calidad, y para lo cual los distintos instrumentos han definido sus criterios de calidad. En otras palabras, la accesibilidad subyace a la calidad técnica y pedagógica. Sin embargo, sólo 4 modelos, LORI, COdA, Equali-OAS y la norma UNE 71362 lo tienen en cuenta.

LORI, LOEM, LOES-S, LOES-T, LOES, Equali-OAS y la norma UNE 71362 son los únicos instrumentos que garantizan confiabilidad, aunque LORI sólo lo hace para la confiabilidad inter-evaluadores (no demuestra confiabilidad interna). Además, los autores de estos instrumentos, excepto LORI, más los creadores del Modelo por capas

y el Modelo de evaluación automática mediante analíticas de aprendizaje, realizaron estudios estadísticos de validez de su modelo.

El modelo multicomponente LOEM y el Modelo por capas merecen un comentario aparte debido a su enfoque único, no aplicado por ninguno de los otros modelos en el sentido que triangulan información de distintas fuentes. LOEM triangula información pre y post uso del OA a través de instrumentos que permiten obtener una valoración del OA al momento de seleccionarlo y corroborarla luego de utilizarlo en clase, tomando en cuenta las impresiones provenientes de dos fuentes: el docente y los estudiantes. Con LOEM el docente calcula diferentes métricas que le permiten determinar si el OA será adecuado para su curso; pero podrá obtener una confirmación de ello, que le servirá a futuro para decidir si continuar o no trabajando con el recurso, con las otras dos herramientas: LOES-T y LOES-S. En la primera vuelta sus percepciones sobre cuánto aprendieron y se involucraron sus estudiantes con el OA y con la segunda obtiene las opiniones de los alumnos acerca de cuánto los ayudó a aprender. Por su parte, el Modelo por capas, triangula la información proveniente de cada capa, es decir, tiene en cuenta la valoración del OA desde diferentes perspectivas: la del administrador del repositorio donde se aloja el OA, que hace hincapié en aspectos de gestión del repositorio, la de expertos, a los que les interesa el OA desde el punto de vista de su aptitud para fomentar el aprendizaje, y la de usuarios finales, que valoran su experiencia en la interacción con el OA.

Puede decirse que hasta el momento los modelos de evaluación automática exhiben una relativa inmadurez, aún tienen que ser refinados y falta más investigación en este campo, pero gozan de un gran potencial a futuro. En particular, el modelo que usa analíticas de aprendizaje resulta de utilidad al docente porque califica al OA teniendo en cuenta interacciones de los alumnos que permiten inferir su calidad pedagógica y facilidad de uso; además, presenta una ventaja sobre la revisión manual por pares, que reside en su escalabilidad para afrontar el ritmo de desarrollo de OA

Mecanismo de evaluación	Instrumentos
<i>Individual y de expertos</i>	MERLOT, ECOBA, LOAM, GEHOA, UNE 71362 (perfil de aplicación experto), Modelo por capas (capa experto y capa gestión)
<i>Individual y de expertos o usuarios del OA</i>	MECOA, CoDA
<i>Individual y de docentes usuarios del OA</i>	Modelo de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Modelo de las Universidades del BioBio y de Castilla-La Mancha, LOEM, LOES-T, Equali-OAS, UNE 71362 (perfil de aplicación docente), Modelo por capas (capa usuario)
<i>Individual y de alumnos</i>	LOES-S, LOES, CUSEOA, Equali-OAS, UNE 71362 (perfil de aplicación alumno), Modelo por capas (capa usuario)
<i>Participación convergente</i>	LORI, HEODAR, CoDA, UNE 71362 (perfil de aplicación experto)
<i>Automático</i>	Modelo de evaluación con redes neuronales, Modelo de evaluación con analíticas de aprendizaje

Tabla 2 – Mecanismos de evaluación de los instrumentos analizados.

El mecanismo de evaluación es bastante simple para la mayoría de los instrumentos, aunque exige el compromiso de los revisores en todos los de carácter manual. La evaluación por participación convergente implementada en LORI (con la que sustenta su confiabilidad inter-evaluador) y adoptada también por HEODAR, CódA y UNE 71362, es el método más complejo; requiere de un grupo de expertos en diversas áreas (disciplinar, de diseño instruccional, en estándares, en desarrollo) que tiene el eventual inconveniente de resultar difícil reunirlos a todos, y en caso de hacerlo, insumir bastante tiempo y esfuerzo, incluso es posible que se presenten dificultades en la fase sincrónica a la hora de coordinar horarios disponibles de los evaluadores.

En general, se detectaron 6 formas diferentes de revisión: (i) individual y de expertos, (ii) individual y llevada a cabo indistintamente por expertos y usuarios, (iii) individual y realizada por docentes usuarios del OA, (iv) individual y realizada por alumnos, (v) evaluación colaborativa por participación convergente, (vi) automática. En la tabla 2 se clasifican los instrumentos según el mecanismo adoptado (un instrumento puede emplear más de un mecanismo).

5. Conclusiones

En este artículo se discutieron las propiedades de 20 instrumentos de evaluación de calidad de OA desarrollados por comités de estandarización y diferentes grupos de investigación. El propósito del trabajo fue seleccionar uno de ellos para aplicarlo en la UTN, bajo el requerimiento de cubrir los siguientes aspectos de calidad: Significatividad lógica, Significatividad psicológica, Calidad técnica, Usabilidad y Accesibilidad; a la vez que dar pruebas de confiabilidad y validez.

A excepción de los modelos de evaluación automática, por su enfoque novedoso con aplicación de analíticas de aprendizaje y técnicas de inteligencia artificial, los instrumentos que se desarrollaron con posterioridad a LORI no sumaron aportes innovadores, redujeron sus propuestas a alguna combinación de estos cinco tipos: (i) renombramiento de ítems, (ii) reutilización de ítems, (iii) descomposición en varios ítems de alguno más genérico, (iv) subsunción de ítems en uno con nueva denominación, (v) eliminación de ítems.

Por otra parte, sólo para LOAM, LOEM, LOES-S, LOES-T, LOES, Equali-OAS y la norma UNE 71362 se han realizado estudios estadísticos formales para demostrar confiabilidad y validez; el resto carece de tales investigaciones o son incompletas, lo que reduce el abanico de candidatos a sólo estos 7 instrumentos. Sin embargo, LOAM, LOEM, LOES-S, LOES-T y LOES no ofrecen cobertura de todos los aspectos de calidad que se plantearon inicialmente, y Equali-OAS está diseñado sólo para OA del área de la salud, por lo que fueron descartados.

Si bien LORI da cobertura a todos los aspectos de calidad sólo demostró confiabilidad entre evaluadores, pero por tratarse de un instrumento ampliamente probado en varias universidades de Canadá y Estados Unidos y utilizado en numerosas investigaciones de otras partes del mundo como estándar de referencia podría asumirse su validez para incluirlo dentro de la lista de candidatos seleccionables.

No obstante, la posibilidad de presentarse nuevas necesidades en futuros contextos pedagógicos o técnicos que impliquen adaptaciones del instrumento inclina la balanza por el modelo UNE 71362. Esta norma, desarrollada específicamente para calidad de OA, cuenta con una actualización reciente en 2020 y cubre los 5 aspectos de calidad que conforman el criterio de selección. Otro punto a su favor es que brinda una guía para la realización de la actividad de evaluación y prevé, además de la evaluación de expertos, dos perfiles de aplicación, uno para docentes que carezcan de conocimientos técnicos y otro para alumnos que desconozcan los aspectos didáctico-pedagógicos. Al mismo tiempo, por estar acreditada por el organismo de estandarización español AENOR está sometida a procesos formales de revisión y actualización que garantizan su vigencia. Todas estas razones conducen a la selección de este modelo para evaluación de calidad OA.

Referencias

- AENOR – Agencia Española de Normalización. (2020). UNE 71362:2020 – Calidad de los materiales educativos digitales.
- Bertossi, V., & Gutiérrez, M. (2021). *Ítems mensurados por instrumentos de evaluación de calidad de OA – Anexos*. Repositorio Institucional Abierto de la UTN. <https://ria.utn.edu.ar/handle/20.500.12272/5249>.
- Bertossi, V., & Gutiérrez, M. (2020). Objetos de Aprendizaje: Estado del Arte. En *ARGENCON 2020*, (pp. 1-8). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ARGENCON49523.2020.9505342>
- Cabezuelo, A. S., Cesteros, A. F. P., Rueda, A. R., & Riani, C. (2016). Una herramienta web para la evaluación de la calidad de los materiales educativos digitales. En *XVIII SIIIE*, (pp. 333-338).
- Cechinel, C., da Silva Camargo, S., Sicilia, M. A., & Sánchez-Alonso, S. (2016). Mining Models for Automated Quality Assessment of Learning Objects. *Journal of Universal Computer Science*, 22(1), 94-113.
- Covadonga, M. (2021). Rendimiento académico y patrones de uso del campus virtual: Un estudio de caso controlado. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, (43), 21-37. <https://doi.org/10.17013/risti.43.21-37>
- Eguigure, Y., & Prieto, M. (2011). Evaluación de Calidad Pedagógica de Objetos de Aprendizaje, mediante el uso de redes sociales. En *Congreso del Consejo Centroamericano de Educación Superior*. Tegucigalpa, Honduras.
- Fernández-Pampillón, A. (2017). UNE 71362: calidad de los materiales educativos digitales. *Revista AENOR*, (329).
- Fernández-Pampillón, A., Domínguez, E., & Armas, I. (2012). *Herramienta para la revisión de la Calidad de Objetos de Aprendizaje Universitarios (COdA): guía del usuario v.1.1*. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/12533/>

- Gordillo, A., Barra, E., & Quemada, J. (2018). Estimación de calidad de objetos de aprendizaje en repositorios de recursos educativos abiertos basada en las interacciones de los estudiantes. *Educación XX1*, 21(1), 285-302. <https://doi.org/10.5944/educXX1.20196>
- Gürer, M., & Yıldırım, Z. (2014). Development, Validity and Reliability Study of the Learning Object Evaluation Scale (LOES). *Education and Science*, 39(176), 121-130.
- ISO – International Organization for Standardization. (2018). *ISO 9241-11:2018: Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: definitions and concepts*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en>
- ISO/IEC – International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission. (2001). *ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model*. <https://www.iso.org/standard/22749.html>
- ISO/IEC – International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission. (2008). *ISO/IEC 24751-1:2008 Information technology – Individualized adaptability and accessibility in e-learning, education and training – Part 1: Framework and reference model*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:24751:-1:ed-1:v1:en>
- ISO/IEC – International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission. (2014). *ISO/IEC 25000:2014 Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – Guide to SQuaRE*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:25000:ed-2:v1:en>
- Kay, R., & Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Education Tech Research Dev*, 57, 147-168. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- Kay, R., & Knaack, L. (2008). A multi-component model for assessing learning objects: The learning object evaluation metric (LOEM). *Australasian Journal of Educational Technology*, 24(5), 574-591.
- Kay, R., Knaack, L., & Petrarca, D. (2009). Exploring Teachers Perceptions of Web-Based Learning Tools. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5, 27-50.
- Leacock, T. L., & Nesbit, J. C. (2007). A Framework for Evaluating the Quality of Multimedia Learning Resources. *Educational Technology & Society*, 10(2), 44-59.
- Malloy, T., & Hanley, G. (2001). MERLOT: A faculty-focused Web site of educational resources. En *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (pp. 922-926).
- Massa, S. (2012). *Objetos de aprendizaje: metodología de desarrollo y evaluación de la calidad*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/26207>

- Medina-López, C., Marin-Garcia, J. A., & Alfalla-Luque, R. (2010). Una propuesta metodológica para la realización de búsquedas sistemáticas de bibliografía. *WPOM*, 1(2), 13–30. <https://doi.org/10.4995/wpom.v1i2.786>
- Merlot. (2017). MERLOT. <https://www.merlot.org/merlot/>
- Morales, E., Gómez Aguilar, D., & García Peñalvo, F. (2008). HEODAR: Herramienta para la evaluación de objetos didácticos de aprendizaje reutilizables. En J. Á. Velázquez Iturbide, F. J. García Peñalvo, A. B. Gil González (Eds.). En *Actas del X SIIIE*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Nesbit, J., Belfer, K., & Leacock, T. (2009). Learning Object Review Instrument (LORI): User Manual. https://www.academia.edu/7927907/Learning-Object_Review_Instrument_LORI_
- Nesbit, J. Belfer, K., & Vargo, J. (2002). A Convergent Participation Model for Evaluation of Learning Objects. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 28(3).
- Nesbit, J., Leacock, T., & Xin, C. (2003). Learning Object Evaluation and Convergent Participation: Tools for Professional Development in E-Learning. En *Proceedings of the IASTED*, Kauai, Hawaii, USA.
- Nielsen, J. (1993). *Ingeniería de Usabilidad*. Morgan Kaufmann.
- Nielsen, J. (1994). Enhancing the Explanatory Power of Usability Heuristics. En *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp. 152-158).
- Oviedo, A., & Almendrales, G. (2018). Estudio sobre Estilos de Aprendizaje mediante Minería de Datos como apoyo a la Gestión Académica en Instituciones Educativas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de la Información*, (29), 1-13. <https://doi.org/10.17013/risti.29.1-13>
- Ruiz, R., Muñoz, J., & Álvarez Rodríguez, F. (2007). Evaluación de Objetos de Aprendizaje a través del Aseguramiento de Competencias Educativas. En *Virtual Educa Brasil 2007*.
- Tabares, V., Duque, N., & Ovalle, D. (2017). Modelo por capas para evaluación de la calidad de Objetos de Aprendizaje en repositorios. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(3), 33-50. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.3.1128>
- Trindade, C. (2016). Desarrollo y validación de un instrumento para evaluar la calidad de los objetos de aprendizaje en el área de la salud. [Tesis Doctoral, Universidad Federal de Ciencias de la Salud de Porto Alegre]. <https://repositorio.ufcspa.edu.br/jspui/handle/123456789/948>
- Trindade, C. S., Kato, S. K., D'Avila, O. P., Siqueira, A. C. D. S., Umpierre, R. N., Correa, A. P. B., & Reppold, C. T. (2018). Evaluation of the quality of learning objects in the health care area. *International journal for innovation education and research*, 6(8), 15-27.

- Vargo, J., Nesbit, J., Belfer, K., & Archambault, A. (2003). Learning object evaluation: computer-mediated collaboration and inter-rater reliability. *International Journal of Computers and Applications*, 25(3), 198-205. <https://doi.org/10.1080/1206212X.2003.11441703>
- Velázquez, C., Muñoz, J., Álvarez, F., & Garza, L. (2006). La Determinación de la Calidad de Objetos de Aprendizaje. En *VII Encuentro Internacional de Ciencias de la Computación ENC*, (pp. 346-351).
- Vidal, C. L., Segura, A. A., & Prieto, M. E. (2008). Calidad en objetos de aprendizaje. En *Memorias V SPEDECE*. Salamanca, España.
- W3C – Consorcio de la World Wide Web. (2008). *WCAG 2.0 - Web Content Accessibility Guidelines*. <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- Windle, R., Wharrad, H., Leeder, D., & Morales, R. (2007). Analysis of the Pedagogical Attributes of Learning Objects in an attempt to identify Reusable Designs. En *EdMedia+ Innovate Learning*, (pp. 2676-2685). Association for the Advancement of Computing in Education AACE.

Requisitos para a ciência de dados: analisando anúncios de vagas de emprego com mineração de texto

André José Ribeiro Guimarães¹, Ricardo Mendes Júnior¹,
Maria do Carmo Duarte Freitas¹

andrejose@ufpr.br; ricardomendesjr@gmail.com; mcf@ufpr.br

¹ Universidade Federal do Paraná, Av. Prefeito Lothário Meissner, 632, 80210-170, Curitiba, Brasil

DOI: 10.17013/risti.46.54-70

Resumo: Esta pesquisa identifica os requisitos para cientistas de dados no Brasil em anúncios de emprego. Para analisar estes documentos, adota métodos de mineração de texto: n-grama, modelagem de tópico e agrupamento. Os resultados apontam uma concentração de vagas em São Paulo e revelam que a modalidade remota é a segunda mais ofertada. Além disso, destaca que os salários no Brasil estão abaixo da média de outros países, mesmo que as organizações procurem por profissionais experientes e com alto nível educacional. Quanto aos requisitos, há o predomínio de habilidades técnicas como *machine learning*, modelos estatísticos, python, banco de dados, dentre outras. Para as técnicas de mineração, demonstra que n-grama e o agrupamento são mais adequadas que a modelagem de tópicos.

Palavras-chave: Cientista de dados; Mineração de texto; Requisitos para cientista de dados; Competências.

Requirements for Data Science: analyzing job postings with text mining

Abstract: This research identifies in job postings the requirements for data scientists in Brazil. To analyze these documents, it adopts text mining methods of analysis: n-gram, topic modeling, and clustering. The findings point to a concentration of job opportunities in São Paulo while demonstrating that the remote modality is the second most offered. Additionally, it highlights that salaries in Brazil are below the average of other countries, even if organizations look for experienced professionals with an elevated level of education. About the requirements, there is a predominance of technical skills such as machine learning, statistical models, python, and database, among others. The results also demonstrate that n-gram and clustering are more suitable for text mining techniques than topic modeling.

Keywords: Data scientist; Text mining; Requirements for data scientist; Competencies.

1. Introdução

Uma das principais características do big data é a quantidade de dados gerada diariamente, que afeta todas as áreas da sociedade (Finzer, 2013; Stark & Hawamdeh, 2018). Juntamente com o avanço tecnológico e dos métodos de análise, a ciência de dados emerge como um campo que oferece alternativas mais precisas a questões complexas, além de melhorar a qualidade do processo decisório, seja no setor de negócios, governamental ou acadêmico-científico (Grossi et al., 2021; Provost & Fawcett, 2013a). Neste cenário, em busca de vantagens competitivas, as organizações procuram contratar profissionais com competências para coletar, gerenciar e analisar esses dados (Cao, 2019; Gottipati et al., 2021).

Esse profissional responsável por lidar com grandes conjuntos de dados é usualmente chamado de cientista de dados (Baumeister et al., 2020), um especialista interdisciplinar, capaz de atuar em todas as fases de um problema referente a dados, da coleta inicial às conclusões finais (Loukides, 2012). Desde que Davenport e Patil (2012) definiram o cientista de dados como a profissão mais “sexy” do século XXI, o interesse por este profissional só aumentou. De acordo com um relatório do LinkedIn (2020), cientista de dados ocupa a terceira posição do ranking de profissões emergentes. A lista é liderada pelo cargo de “especialista em inteligência artificial”, outro profissional fortemente relacionado à ciência de dados.

Por outro lado, contar com um cientista de dados é uma tarefa árdua e dispendiosa para as organizações. As dificuldades começam por encontrar profissionais com pensamento computacional, habilidades científica e analítica, e se mantêm pelo complicado trabalho de reter os talentos da área (Davenport & Patil, 2012; Reis & Sá, 2020). É reconhecido que não há no mercado número suficiente de pessoas qualificadas para desenvolver projetos que envolvam técnicas complexas de análise, como *machine learning* e *deep learning*, nem para implementar mudanças organizacionais rumo a uma cultura orientada a dados (Cunha, 2018; Hall et al., 2016). Para agravar a situação, como a ciência de dados é uma área em desenvolvimento, não há entendimento ou clareza terminológica acerca das descrições dos diferentes profissionais desse cenário (Halwani et al., 2021). Esse fato traz prejuízos para todos os atores envolvidos: empresas, instituições de ensino e, claro, os próprios indivíduos.

Para colaborar para a superação desses problemas, foi realizada uma pesquisa que teve por objetivo busca identificar os principais requisitos apresentados em anúncios de emprego para cientistas de dados no Brasil. Não há registro de pesquisa semelhante no mercado brasileiro ou em língua portuguesa. Para atingir esse objetivo, as descrições de vagas para cientista de dados, coletadas em seis *websites* especializados, foram submetidas a um processo de mineração de texto. Esse tipo de mineração de dados emprega abordagens estatísticas, como técnicas de agrupamento e análise fatorial, para relevar relações ocultas, ou mesmo reforçar relações já conhecidas, simplificando a representação do conteúdo semântico presente em grandes volumes de dados não estruturados (Wolfram, 2017). As seguintes perguntas foram formuladas: quais são os requisitos mais recorrentes exigidos para o cargo de cientista de dados? É possível identificar tópicos dentre os documentos analisados? Os resultados vão ao encontro de

pesquisas anteriores? A mineração de texto se mostra uma técnica válida para analisar os anúncios?

Aumentar o entendimento sobre os requisitos e, por consequência, das competências dos profissionais de dados beneficia o mercado de trabalho, quem será empregado, a academia, mas também os profissionais que atuam na formação em ciência de dados (Halwani et al., 2021). Nesse sentido, espera-se que, ao responder as perguntas acima, a pesquisa possa contribuir com essa área que se mostra cada vez mais importante à sociedade. Ademais, entre os critérios de ineditismo, aponta-se a ausência de trabalho com foco no mercado brasileiro, ou mesmo, na língua portuguesa. Outro elemento de originalidade é a adoção da raspagem de dados e mineração de texto, processos automatizados para coleta e análise dos dados.

2. Revisão da literatura

2.1. Ciência de dados

De maneira geral, a ciência de dados é compreendida como a extração metodológica de conhecimento a partir de quantidades massivas de dados (Dhar, 2013; NIST Big Data Public Working Group, 2015). Uma visão mais abrangente é apresentada por Chen et al. (2018) quando definem a ciência de dados como um campo interdisciplinar que visa beneficiar os seres humanos, por meio da combinação da metodologia científica e da tecnologia computacional voltada à gestão, acesso, análise e avaliação dos dados. Reforçando essa interdisciplinaridade, Grossi et al. (2021) afirmam que a ciência de dados combina diferentes teorias, práticas e modelos, configurando-se em um paradigma pervasivo que envolve múltiplas disciplinas, com potencial inovativo para a ciência, indústria, política e, conseqüentemente, para a vida das pessoas.

Para as organizações, a potencialidade dos dados se transforma em um diferencial competitivo (Metelo et al., 2021; Provost & Fawcett, 2013b), porém as obriga a repensarem suas práticas analíticas (Hall et al., 2016). Dentre as mudanças trazidas pelo desenvolvimento da ciência de dados, está a ampliação na demanda por um novo tipo de profissional, com competência para lidar com volumes de dados cada vez maiores e heterogêneos (Curty & Serafim, 2016). Dentre as características desse profissional, chamado cientista de dados, estão a forte formação técnica, o conhecimento em tecnologias focadas em dados e habilidades voltadas à melhoria dos processos organizacionais (Demchenko et al., 2016).

A valorização dos dados e, por consequência, da ciência de dados enfatiza a relevância desse profissional em muitas áreas sociais e econômicas (Brandt, 2016). Embora recente, a ocupação de cientista de dados passa por um processo de profissionalização evidenciado pelo crescente número de cargos ofertados. Com papéis divididos e diversificados, predominantemente orientados a dados, esse profissional impacta áreas relacionadas a pesquisa, inovação, economia e na sociedade em geral (Cao, 2019).

Para o desenvolvimento desse campo promissor e necessário, é imprescindível a formalização das competências requeridas para esse profissional (Cao, 2019; Demchenko et al., 2017; Saltz & Grady, 2017). No Brasil, ainda que de forma mais lenta que outros países, a profissionalização do cientista de dados é corroborada pelo surgimento de

curso para a formação desse profissional, sobretudo na categoria *lato sensu* (Breternitz et al., 2015). Além disso, se em 2016 o número de vagas ativas para cientistas de dados no Brasil não ultrapassava uma centena na rede social LinkedIn (Curty & Serafim, 2016), a busca pelas expressões “data scientist” e “cientista de dados”, realizada no dia 19 de fevereiro de 2022, demonstrou que esse número triplicou em seis anos, conforme demonstrado Figura 1.

2.2. Competências em ciência de dados

Por ainda ser uma área em desenvolvimento, muitos cientistas de dados possuem formação em cursos universitários já estabelecidos, como física, economia, engenharia, mas principalmente, estatística e ciência da computação (Baškarada & Koronios, 2017). Conforme antecipado por Davenport e Patil (2012), profissionais que agreguem formação acadêmica com habilidades computacionais e analíticas são raros e caros, uma vez que são disputados pelo mercado. Desse modo, mesmo que as competências do cientista de dados estejam fundamentadas nestas na estatística e ciência da computação, sua atuação envolve outros fatores que os diferenciam de profissionais relacionados, como estatísticos, analistas de dados ou analistas de *business intelligence* (Kim & Lee, 2016).

Entre estes fatores diferenciais, destaca-se o conhecimento de domínio, ou *expertise*, que é o conhecimento da área, relevante para o desenvolvimento de aplicações de análise de dados (Baškarada & Koronios, 2017; Demchenko et al., 2016; Hall et al., 2016). Além disso, Loukides (2012) destaca como habilidades interpessoais do cotidiano do profissional de dados a paciência, a motivação em construir produtos de dados, a vontade em explorar e gerar soluções de maneira contínua e incremental, além da busca constante por respostas. Para mais, dentre outras competências associadas à prática da ciência de dados, estão comunicação oral e escrita, além de questões sociais, éticas e legais que implicam em conhecimento sobre privacidade, segurança e propriedade de dados (Anderson et al., 2014).

3. Metodologia

No geral, a pesquisa seguiu a metodologia CRISP-DM (*Cross Industry Standard Process for Data Mining*), um conjunto de tarefas voltadas a projetos de mineração de dados. Segundo a CRISP-DM (Chapman et al., 2000), o ciclo de vida de um projeto de dados é composto por seis estágios: entendimento do negócio, entendimento dos dados, preparação dos dados, modelagem, avaliação e implementação. Naturalmente, em uma pesquisa científica, procedimento previamente realizado por outros autores (Bedregal-Alpaca et al., 2020), essas etapas precisam ser adaptadas, uma vez que o produto final não é necessariamente uma implementação. A seguir, as estratégias para busca, coleta e tratamento dos dados são descritas.

3.1. Estratégia de busca, coleta e tratamento de dados

As fontes de dados da pesquisa foram *websites* especializados na divulgação de vagas voltadas à área de tecnologia, selecionados a partir da experiência dos autores e do resultado de pesquisa, com a expressão “vagas de emprego”, realizada no mecanismo de busca Google. Foram selecionados três *websites* estrangeiros com versões voltadas ao

público brasileiro (LinkedIn, Indeed e Infojobs) e três empresas brasileiras destinadas ao mesmo fim (Catho, Empregos e Vagas). Nesta etapa, correspondente ao entendimento de negócio proposto pela CRISP-DM, procurou-se por APIs (*Application Programming Interface*) nos *websites* definidos, a fim de se verificar a disponibilidade de dados de interesse da pesquisa pelas plataformas consultadas. Uma vez que nenhuma API encontrada fornecia os dados requeridos, optou-se por empregar técnicas de raspagem de dados para acesso e coleta do material. A raspagem de dados, também conhecida como *web scraping*, corresponde ao uso de programas que percorrem páginas HTML procurando informações desejadas na estrutura de marcação e compilando os dados para a formação de um conjunto passível de ser analisado (Lantz, 2015).

Assim, como parte do entendimento dos dados, foram identificados quais informações dos anúncios de emprego poderiam ser extraídas pelo procedimento de raspagem: endereço URL do anúncio (*jobUrl*), título (*jobTitle*), resumo (*snippet*), descrição (*jobDescription*), nome da empresa (*companyName*), localidade da vaga (*companyLocation*), avaliação da empresa (*companyRating*), URL da empresa (*companyUrl*), remuneração (*salary*) e data de cadastro (*date*). Ainda que nem todos os seis *websites* e nem todas as vagas forneciam todas essas informações, sempre que possível, esses foram os dados coletados.

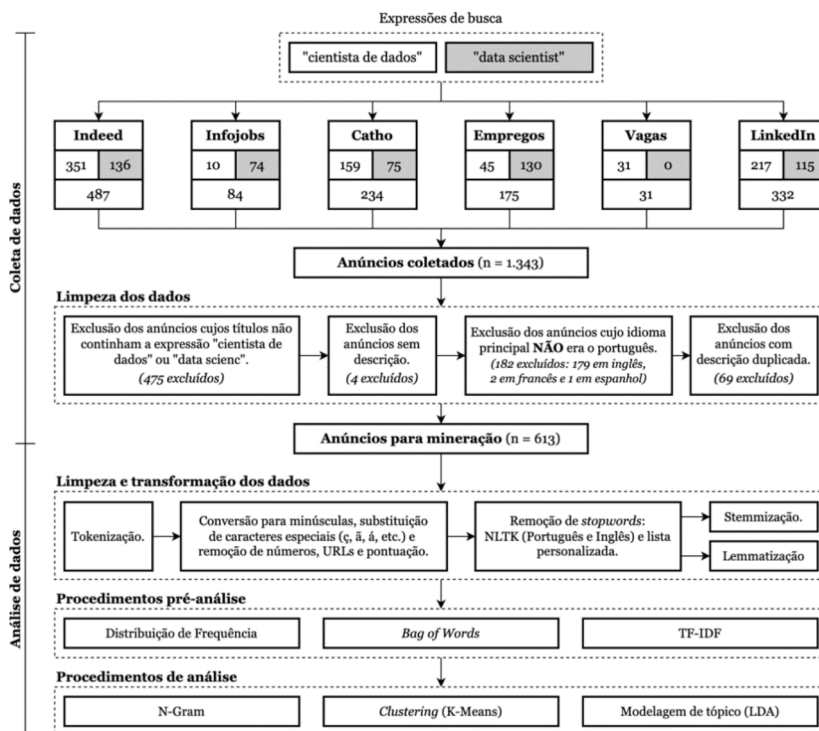


Figura 1 – Etapas da pesquisa, da coleta de dados aos procedimentos de análise

Os programas *web scraper* foram desenvolvidos em linguagem de programação Python, sendo adaptados para cada *website* acessado, visto que a estrutura HTML de cada um

é única. Além disso, para todos os *websites*, a raspagem foi organizada em duas etapas: 1) coleta de todos os anúncios com dados presentes na listagem (título, URL e resumo) e; 2) acesso individual a cada anúncio para coletar os demais dados disponíveis. Para buscar os anúncios, em cada *website* foram utilizadas as expressões “cientista de dados” e “data scientist” (dado que muitas empresas brasileiras utilizam termos em inglês em seus anúncios), filtrando por vagas no território brasileiro. Nesta etapa, entre 21 e 29 de setembro de 2021, foi possível coletar um total de 1.343 anúncios, cujos valores individuais de cada base são mostrados na Figura 1.

Uma vez que os mecanismos de busca dos *websites* não são atrelados aos títulos dos anúncios, percebeu-se que muitas vagas encontradas não se destinavam a cientista de dados. Por isso, como primeiro procedimento de tratamento, foram excluídos 475 anúncios que não continham nem “cientista de dados” e nem “data scien” em seus títulos. Em seguida, foram excluídos também quatro anúncios que não possuíam descrição, campo que será utilizado na mineração de texto, e 182 anúncios cujo idioma principal não era o português. Por fim, também foram removidos os anúncios com descrições duplicadas, uma vez que a mesma empresa poderia ter várias vagas para um cargo. Anúncios com descrições duplicadas afetariam a frequência com que os termos aparecem na mineração. Desse modo, ao final desses procedimentos, relacionados à “Preparação dos dados” da CRISP-DM, o *corpus* a ser analisado apresentava 613 documentos.

3.2. Protocolo de análise

Inicialmente, é necessário apresentar as principais características da amostra de anúncios que compuseram o *corpus* da pesquisa. Nesta etapa, além da participação de cada *website* utilizado, foram verificadas as localidades das vagas, os salários, o nível de escolaridade exigido, além do nível de experiência (Júnior, Pleno ou Sênior).

Em seguida, com o perfil das vagas conhecidos, procedeu-se à mineração de texto propriamente dita, que foi dividida em três passos:

1. **Limpeza e formatação dos dados:** ações específicas para a análise textual, conforme apresentado por Gajzer (2010). Primeiramente, os documentos (anúncios) passaram pelo processo de “tokenização” que é a separação das palavras (*tokens*). Cada documento foi convertido em uma lista de termos que, na etapa seguinte, foram contabilizados. Em seguida, todos os *tokens* foram convertidos para letras minúsculas e foram removidos caracteres especiais, números, URLs, dentre outros elementos textuais sem relevância para a análise. Assim, procedeu-se à remoção de *stopwords*, que são palavras muito frequentes nos idiomas como artigos, preposições, conjunções e que possuem pouca carga semântica para a análise textual (Provost & Fawcett, 2013b). Por fim, para evitar variações como plural, foi adotado procedimentos de padronização de termos o processo chamado de **stemmização**, que é a conversão de cada *token* para um termo menor (radical) (Bengfort et al., 2018). Por exemplo, os *tokens* “dados” e “dado” são convertidos para o *stem* “dad”.
2. **Procedimentos de pré-análise:** com a remoção de elementos desnecessários e padronização dos termos restantes, é verificada a distribuição de frequência de palavra. Neste passo, foi computada a matriz de frequência conhecida como *Bag of Words* (BOW), que verifica a frequência de cada termo para todo o *corpus*,

e o TF-IDF (*Term Frequency × Inverse Document Frequency*), que normaliza a frequência dos *tokens* em um documento em relação ao restante do *corpus* (Bengfort et al., 2018).

3. **Procedimentos de análise:** para identificar padrões nos anúncios coletados, foram adotados três tipos de análise: a) **N-grama:** apresentação dos termos (*stems*) mais frequentes, além das expressões formadas por dois e três *stems* (Raschka, 2016); b) **Modelagem de tópicos:** para extrair os principais temas presentes nos anúncios foi adotada a técnica *Latent Dirichlet Allocation* (LDA), que pertence à família de modelos probabilísticos e emprega uma abordagem Bayesiana de duas camadas para identificar padrões de coocorrência de palavras, definindo tópicos do *corpus* (Wesslen, 2018). Para a LDA foi utilizada a biblioteca Gensim (Řehůřek & Sojka, 2011) com o auxílio da biblioteca de visualização pyLDAvis (Mabey, 2018) e; c) **Agrupamento:** por fim, implementação do algoritmo de agrupamento K-Means por meio da ferramenta *Clustering Workbench* (Carrot² Clustering Engine, 2021). O algoritmo K-Means, que é bastante popular, começa com um número arbitrário de agrupamentos e posiciona as instâncias (documentos) conforme sua proximidade com os centroides dos grupos, sendo que o objetivo final é minimizar a soma dos quadros na estruturada encontrada (Bengfort et al., 2018).

Segundo Wesslen (2018), a adoção de modelos de aprendizagem de máquina por pesquisadores das Ciências Sociais tem emergido como uma das principais técnicas para descoberta de variáveis latentes, que antes só poderiam ser medidas sob suposições não testáveis. Nesse sentido, esta pesquisa explora esses recursos, algoritmos de *machine learning* para mineração de texto, para identificar os principais requisitos para ser contratado como um cientista de dados. Além disso, o emprego da mineração de texto possibilitou a extração de padrões e conhecimento de centenas de documentos cuja análise manual seria mais onerosa.

A linguagem de programação Python foi adotada na etapa de limpeza e formatação dos dados, nos procedimentos pré-análise e, também, nas próprias análises aplicadas. Para visualizar os termos no seu contexto original, empregou-se o software livre AntConc (Anthony, 2022).

4. Apresentação e análise dos resultados

4.1. Características da amostra

Dos 613 anúncios eleitos para análise, 79,28% foram obtidos em duas únicas fontes: Indeed (250 anúncios) e LinkedIn (236 anúncios), ambas de origem estrangeira. Esses valores confirmam a relevância do site Indeed para área da ciência de dados que já tinha sido apresentada por Kim e Lee (2016). Por outro lado, a empresa Infojobs, de origem espanhola, apresenta a menor contribuição com apenas sete anúncios analisados (1,14%). Em relação à Infojobs, também chama a atenção que dos 84 anúncios coletados inicialmente foram excluídos 77, principalmente, por não conterem em seus títulos “cientista de dados” ou “data scien”. Em relação às empresas de origem brasileira (Catho, Empregos e Vagas), pode-se constatar que juntos compuseram quase 1/5 das vagas analisadas (19,58%, ou 120 anúncios).

Outra característica analisada foi quanto à localidade das vagas referentes aos anúncios coletados. A cidade de São Paulo concentrou quase 1/3 da amostra com 193 anúncios (31,48%). Na segunda posição, com 102 anúncios (16,64%), estão as vagas destinadas a trabalho remoto (*home office*), seguida pela cidade do Rio de Janeiro com 51 anúncios (8,32%). Todas as demais cidades apresentaram menos de 22 anúncios, não ultrapassando 4,00% do total. Em relação aos estados brasileiros, São Paulo sozinho, com 260 anúncios, corresponde a 42,41% dos documentos analisados, impulsionado naturalmente pela demanda apresentada pela sua capital.

O salário oferecido foi outra informação analisada, porém apenas 98 anúncios (15,99%) faziam menção a esse item, dos quais 62 exibiam a mensagem “A combinar”. Dessa maneira, as remunerações puderam ser analisadas em somente 36 anúncios ou 5,87% da amostra. Ainda assim, foi possível extrair alguns dados relevantes: o valor médio mensal oferecido é R\$ 6.782,03 (desvio padrão de R\$ 542,47), sendo o menor valor apresentado correspondendo à faixa salarial “De R\$ 1.001,00 a R\$ 2.000,00” e o maior, R\$ 15.000,00. Considerando a cotação do Real¹, a moeda brasileira vale 0,20 dólares americanos e implica em uma média salarial mensal de U\$ 1,356.40 ou um valor anual de cerca de U\$ 16,276.87. Esse valor equivalente a 1/6 da média do salário anual de um cientista de dados iniciante nos EUA em 2019 (Burtch Works, 2021).

Em relação à experiência exigida, analisou-se os títulos das vagas procurando pelos termos Júnior (ou Jr), Pleno e Sênior. Dos 613 anúncios, 184 (30,02%) mencionavam em seu título ao menos um dos termos procurados. O nível sênior foi o mais procurado com 103 ocorrências (16,80%), seguido pelos profissionais plenos (70 anúncios, 11,42%) e, por fim, pelos profissionais do nível Júnior (11 anúncios, 1,79%). Dessa forma, segundo os anúncios que apresentam essa informação, há uma maior demanda por profissionais mais experientes.

Para concluir esta etapa, foram identificados os anúncios que citavam algum nível de escolaridade. Primeiramente, verificou-se que 209 anúncios, ou 34,09% do *corpus*, continham a expressão “graduação” ou “ensino superior”. Se por um lado, 1/3 dos anúncios apontam que os contratantes valorizam a educação superior, por outro, expõe que 2/3 não expressam a educação formal como item fundamental à seleção de candidatos. Já os cursos *strictu sensu* são menos exigidos, sendo que mestrado aparece em 53 anúncios (8,65%) e doutorado, em 38 anúncios (6,20%). Esses valores são muito inferiores aos apresentados por Kim e Lee (2016), que apontam que de 1.240 anúncios relativos a cientista de dados, 645 (52,01%) citam o nível de mestre e 561 (45,20%), o nível de doutoramento como diferencial.

4.2. Termos mais frequentes

Como primeiro resultado da mineração de texto, são apresentados os resultados obtidos pela análise n-grama aplicada aos *stems* gerados. Os 10 termos mais frequentes 1-grama e 2-grama são listados em Tabela 1 e Tabela 2, respectivamente.

¹ Segundo cotação do Banco Central do Brasil, realizada em 03 de março de 2022, o valor comercial do dólar dos Estados Unidos da América é R\$ 5,05 (<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>).

Termo	F	N	%	Termo	F	N	%
dad	2911	567	92,50%	machin learning	580	348	56,77%
model	1447	478	77,98%	cient dad	275	195	31,81%
conhec	1441	499	81,40%	analís dad	272	196	31,97%
experieñc	1372	481	78,47%	cienc dad	249	162	26,43%
desenvolv	1127	451	73,57%	model estatis	218	176	28,71%
analís	986	435	70,96%	banc dad	193	156	25,45%
negoci	938	379	61,83%	desenvolv model	162	130	21,21%
estatis	823	425	69,33%	dat scienc	160	105	17,13%
are	783	406	66,23%	big dat	158	126	20,55%
learning	703	364	59,38%	cienc computaca	153	142	23,16%

Tabela 1 – 1-grama

Tabela 2 – 2-grama

A classificação 1-grama, formada pelos *stems*, confirmou “dado” como o temos mais recorrente nos anúncios, com 2.911 ocorrências e presente em 567 documentos analisados (92,50%). Em seguida, com menos da metade de ocorrência, vem o *stem* “model” com 1.447 aparições em 478 documentos distintos. Já “conhec”, referente a conhecimento, está presente em mais anúncios (499), mas em menor frequência (1.441). De maneira geral, o *ranking* 1-grama enfatiza dado, modelo, conhecimento, experiência, desenvolvimento e análise como as palavras presentes em mais de 70% dos documentos analisados. Além disso, percebe-se entre as 20 palavras mais recorrentes, termos relativos ao contexto organizacional como “empresa”, “negócios”, “pessoas”, “time” e “clientes”. Nos anúncios, esses termos são adotados para descrever a própria empresa contratante, mas também para tratar do cotidiano do futuro contratado.

A lista com as termos 2-grama demonstra a expressão “machine learning” como a mais recorrente entre os anúncios, aparecendo 580 vezes em 348 documentos, ou seja, 56,77% do *corpus*. Em seguida, os *stems* de “cientista de dados” com 275 ocorrências em 195 anúncios (31,81%) e de “análise de dados”, 272 ocorrência, 196 anúncios (31,97%). As outras expressões presentes em pelo menos 1/5 dos anúncios são: “ciência de dados”, “modelo estatístico”, “banco de dados”, “desenvolvimento de modelo”, “big data” e “ciência da computação”. A adoção de expressão aumenta o valor semântico dos itens da classificação, especificando as competências mais recorrentes, como o desenvolvimento de modelos estatísticos, administração de banco de dados e formação em ciências da computação. Nesse sentido, outra expressão presente em mais de 20% dos anúncios é “seguro de vida”, um dos benefícios mais recorrentes nos anúncios analisados e “superior completo”. A Tabela 3 apresenta as principais expressões formadas por três *stems*.

Termo	F	N	%
model machin learning	97	77	12,56%
grand volum dad	65	53	8,65%
ensin superi complet	60	59	9,62%

Termo	F	N	%
machin learning deep	57	51	8,32%
learning deep learning	55	50	8,16%
banc dad relat	52	48	7,83%
estatis machin learning	50	48	7,83%
cienc computaca engen	47	45	7,34%
lingu programaca python	47	40	6,53%
desenvolv model estatis	45	43	7,01%

Tabela 3 – 3-grama

Novamente, o termo mais frequente está relacionado à aprendizagem de máquina. A expressão referente a “modelos de *machine learning*” foi a única presente em mais de 10% do *corpus*, aparecendo em 77 anúncios. Ademais, ressalta-se que “machine learning” está presente em oito expressões 3-grama dentre as 20 mais recorrentes. A segunda expressão mais frequente foi “grande volume de dados”, referente à “matéria-prima” do cientista de dados, seguido por “ensino superior completo”, que ocorre em 9,62% dos anúncios. Mais uma vez, a educação formal está presente entre os termos mais recorrentes, porém em uma patamar muito abaixo do que demonstrado em outras pesquisas (Curty & Serafim, 2016; Kim & Lee, 2016).

4.3. Modelagem de tópicos

Inicialmente, procedeu-se pela verificação de coerência, medida utilizada para avaliar os modelos gerados, para definir a quantidade de tópicos a serem extraídos. Para isto, fez o cruzamento de possibilidades de número de tópicos (2, 3, 4, 5, 6, 10, 15, 20) com três de variações do valor de alfa (0,01, 0,1 e 1), que é um parâmetro que influencia na definição de tópicos para cada documento. O resultado desse cruzamento pode ser visto na Figura 2:

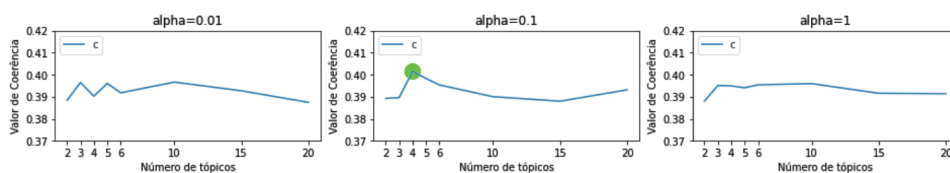


Figura 2 – Verificação dos valores de coerência para diferentes modelos

Os valores de coerência obtidos variaram entre 0,387 e 0,401, sendo este maior valor encontrado para a combinação de quatro tópicos e o valor de alfa de 0,10. Uma vez que o valor de coerência pode variar de 0 a 1, onde valores próximos a 0,7 são esperados, a coerência obtida é considerada baixa, mas não impede a utilização da LDA. Assim, com a definição do número de tópicos, procedeu-se à definição do modelo cuja visualização,

desenvolvida com a biblioteca LDAVis (Sievert & Shirley, 2014). Este procedimento indicou os quatro tópicos distantes, não havendo sobreposição, sendo que todos eles, segundo a distribuição marginal, são relevantes para grande parte do *corpus*. Porém, quando se verificou os 10 principais termos que compõem cada tópico, percebe-se que os termos encontrados são praticamente os mesmos, diferenciando-se apenas pela posição, ou seja, pelo peso que o termo representa a cada tópico. Termos únicos (entre os 10 principais) acontecem apenas nos três primeiros tópicos. No primeiro tópico, os *stems* “tecn”, referente a técnica, e “client”, de cliente, não aparecem nas primeiras posições dos demais tópicos. Para o segundo tópico, o termo exclusivo se refere a “projeto” e para o terceiro, o termo é “empr”, referente a empresa. A Figura 3 traz os 10 principais termos de cada tópico, demonstrando as variações nas posições entre cada tópico definido.

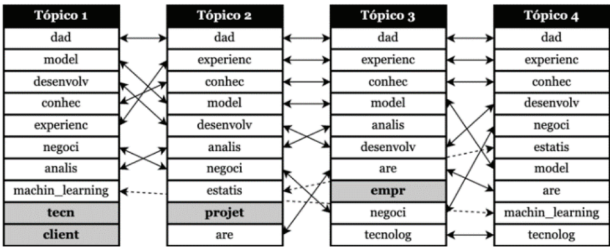


Figura 3 – Principais termos para cada tópico da LDA

A similaridade encontrada entre os tópicos definidos, que se repetiu em modelos com dois, três, cinco e seis tópicos, tornou incoerente a usual nomeação dos tópicos, vide todos “tratam” de temas muito parecidos. Resumidamente, os quatro tópicos tratam do mesmo tema, com poucas e sutis diferenças entre os pesos dos termos principais. Dessa forma, julga-se que os resultados obtidos pela LDA pouco contribuem para extrair informações da amostra analisada.

4.4. Agrupamento

Com a utilização da ferramenta *online Clustering Workbench* (Carrot² Clustering Engine, 2021), é possível aplicar algoritmos de agrupamento, dentre eles o K-Means, a partir de uma base de dados já trabalhada, de forma amigável. Os únicos parâmetros alterados na configuração padrão da ferramenta foram o número de *clusters*, definido em quatro para seguir o mesmo número obtido pela LDA, número de rótulos exibidos em cada grupo, definido como 10, e o idioma, alterado para português. Todos os 613 documentos foram agrupados nos seguintes *clusters*:

- 1. Time, **Data**, **Negócio**, **Novas**, Empresa, Processos, **Learning**, **Machine**, **Algoritmos**, **Atuar** (367 documentos)
- 2. Time, Modelos, **Diversidade**, **Crédito**, **Plano**, **Oferecemos**, **Saúde**, **Vida**, **Auxílio**, Máquina (93 documentos)
- 3. **Projetos**, Processos, **Serviços**, **Financeiro**, **Ciência**, **Análise**, **Experiência**, **Aprendizado**, Habilidades, Máquina (77 documentos)

4. *Data*, Modelos, **Tecnologia**, Empresa, **Avançado**, Análise, **Modelagem**, **Área**, **Analytics**, Habilidades (76 documentos)

O primeiro *cluster*, que engloba 59,87% do total de anúncios, apresenta exclusividade nos termos “negócio”, “novas” (de “novas técnicas”, “novas ferramentas”, “novas práticas”, “novas soluções”, demonstrado relação com inovação e aprendizagem, conforme apontado por Cao (2019)), “machine”, “learning”, “algoritmos” e “atuar”. Os termos sem negritos são aqueles presentes em mais de um grupo, como “time”, referente aos profissionais já presentes na organização contratante, “data”, dados no idioma inglês, “empresa”, “processos”, dentre outros.

Os outros três agrupamentos estão equilibrados em relação à quantidade de documentos englobados, 15,17%, 12,56% e 12,40%, respectivamente. O segundo agrupamento é marcado por termos relacionados a benefícios que a empresa oferece aos seus funcionários, bem como a ênfase à diversidade. O terceiro, apresenta os termos “Financeiro” e “Ciência” como destaques de exclusividade, enquanto o quarto apresenta “Tecnologia”, “Modelagem” e “Avançado”, termo geralmente utilizado juntamente com “Conhecimento”.

Ainda que haja termos comuns a mais de um *cluster*, percebe-se uma maior distinção entre os grupos pela utilização do algoritmo *K-Means* do que pela aplicação do LDA. Logicamente, os objetivos das duas técnicas são distintos. Conforme, apontado por Bengfort et al. (2018), *clustering* procura estabelecer grupos em uma coleção de documentos, deixando cada documento em um grupo; enquanto a modelagem de tópico, busca abstrair os principais temas desta coleção, onde um único documento pode abranger mais de um tópico. A conclusão aqui é que o agrupamento se mostra mais definido que a abstração de tópicos.

5. Conclusões

Para identificar os principais requisitos presentes nos anúncios de emprego para cientistas de dados no Brasil, esta pesquisa coletou anúncios em *websites* especializados e empregou técnicas de mineração de texto. As análises preliminares revelaram que as vagas ofertadas se concentram no estado de São Paulo, especialmente em sua capital, mas que o trabalho na modalidade remota já é a segunda opção mais frequente. Além disso, verificou-se que a divulgação da remuneração ofertada não é uma prática adotada pela maioria das empresas e a média salarial obtida está muito abaixo dos valores apresentados por outras pesquisas (Burtch Works, 2021; Kaggle, 2021). Ainda em relação às características gerais dos anúncios, a pesquisa aponta para a busca por profissionais mais experientes, de nível sênior, se considerados os anúncios que apresentaram esta informação. Todavia a exigência por educação formal, especialmente por mestrado e doutorado, ficou aquém dos resultados apresentados por Kim e Lee (2016) e corroborou com Baumeister, Barbosa e Gomes (2020), que indicam que as companhias procuram por educação formal, mas esse não é um tema central nos anúncios de emprego.

Em relação aos procedimentos de mineração de texto, as classificações de 1, 2 e 3-grama destacaram conceitos mais técnicos como machine learning (aprendizagem de máquina), modelos estatísticos, análise e ciência de dados, inteligência artificial, ciência

da computação, tecnologia, python, banco de dados, modelos preditivos, processamento de linguagem natural, dentre outros. Por outro lado, também destacou conceitos relacionados ao ambiente organizacional, como negócios, pessoas, time, e ensino superior completo. Além disso, também houve a presença de termos relacionados a características e benefícios, como home office, seguro de vida, plano de saúde e plano odontológico.

As técnicas de modelagem de tópicos (LDA) e agrupamento (K-Means), embora tenham apresentado desempenhos diferentes, reforçaram os termos chave para a descoberta de temas centrais ou classificação dos anúncios. Novamente, dados, *machine learning*, análise, experiência, conhecimento, tecnologia, modelagem estatística, entendimento de negócio, projeto, desenvolvimento (software) e busca pelo novo foram termos que mais representam os requisitos para a ciência de dados. Esse resultado vai ao encontro de pesquisas preliminares como Kim e Lee (2016), Meyer (Meyer, 2019), Halwani et al. (2021) e Gottipati et al. (2021), por exemplo. Em contrapartida, diferentemente do que outras pesquisas apontam, não foi possível identificar a frequência de habilidade interpessoais, como comunicação oral e escrita (Baumeister et al., 2020; Cao, 2019; Kim & Lee, 2016) ou conhecimentos referentes a questões sociais, éticas e legais relacionadas a privacidade e segurança de dados (Anderson et al., 2014; Curty & Serafim, 2016).

Dessa forma, julga-se que as ferramentas contribuíram para um esclarecimento acerca do que é solicitado a um candidato a cientista de dados no Brasil. Contudo, para aprimorar o desempenho das técnicas utilizadas, em especial em relação à LDA, há sugestões para pesquisas futuras. Dentre elas, a recomendação inicial seria de aumentar o tamanho do *corpus*, visto que aplicações de NLP produzem resultados mais confiáveis diante de conjuntos de dados grande maiores (Wolfram, 2017). Além disso, a incorporação de outros perfis profissionais como engenheiro de dados, analista de dados, estatístico e outros. Este procedimento possibilitaria a rotulagem das vagas, permitindo a avaliação da acurácia dos algoritmos de agrupamento e também da modelagem de tópicos, uma vez que a expectativa aponta para conjuntos diferentes de requisitos entre as vagas.

Por fim, ainda que se julgue as técnicas de mineração de texto apropriadas para o objetivo da pesquisa, sugere-se para pesquisas futuras a aplicação de metodologias mistas, como análise de conteúdo, empregadas em pesquisas preliminares (Baumeister et al., 2020; Kim & Lee, 2016; Meyer, 2019). Assim, utilizando-se os mesmos dados, os resultados poderiam ser comparados e avaliados.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

Anderson, P., McGuffee, J., & Uminsky, D. (2014). Data science as an undergraduate degree. *SIGCSE 2014 - Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, (pp. 705–706). <https://doi.org/10.1145/2538862.2538868>

- Anthony, L. (2022). *AntConc (Version 4.0.4) [Computer Software]*. <https://www.laurenceanthony.net/software/antconc/>
- Baškarada, S., & Koronios, A. (2017). Unicorn data scientist: the rarest of breeds. *Program*, 51(1), 65–74. <https://doi.org/10.1108/PROG-07-2016-0053>
- Baumeister, F., Barbosa, M. W., & Gomes, R. R. (2020). What is required to be a data scientist? Analyzing job descriptions with centering resonance analysis. *International Journal of Human Capital and Information Technology Professionals*, 11(4), 21–40. <https://doi.org/10.4018/IJHCITP.2020100102>
- Bedregal-Alpaca, N., Aruquipa-Velazco, D., & Cornejo-Aparicio, V. (2020). Técnicas de Data Mining para extraer perfiles comportamiento académico y predecir la deserción universitaria. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E27), 592–604. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/técnicas-de-data-mining-para-extraer-perfiles/docview/2385757429/se-2>
- Bengfort, B., Bilbro, R., & Ojeda, T. (2018). *Applied Text analysis with Python: Enabling Language-Aware Data Products with Machine Learning*. O'Reilly Media, Inc.
- Brandt, P. S. (2016). The emergence of the data science profession. In *Doctor of Philosophy in the Graduate School of Arts and Sciences*. Columbia University. <https://doi.org/10.7916/D8BK1CKJ>
- Breternitz, V. J., Lopes, F. S., & Silva, L. A. da. (2015). Big Data/Analytics: formação e gestão de cientistas de dados. *CONTECSI - International Conference on Information Systems and Technology Management*, (pp. 1–8). <http://www.contecsi.tecsi.org/index.php/contecsi/12CONTECSI/paper/view/1960>
- Burtch Works. (2021). *The Burtch Works Study: Salaries of Data Science & Analytics Professionals*. <https://www.burtchworks.com/big-data-analyst-salary/big-data-career-tips/the-burtch-works-study/>
- Cao, L. (2019). Data Science: Profession and Education. *IEEE Intelligent Systems*, 34(5), 35–44. <https://doi.org/10.1109/MIS.2019.2936705>
- Carrot² Clustering Engine. (2021). *Clustering Workbench*. <https://search.carrot2.org/#/workbench>
- Chapman, P., Clinton, J., Kerber, R., Khabaza, T., Reinartz, T., Shearer, C., & Wirth, R. (2000). CRISP-DM 1.0: Step-by-step data mining guide. *SPSS*.
- Chen, J., Ayala, B. R., Alsmadi, D., & Wang, G. (2018). Fundamentals of Data Science for Future Data Scientists. In S. Hawamdeh & H.-C. Chang (Eds.), *Analytics and Knowledge Management* (pp. 167–194). CRC Press.
- Cunha, R. (2018). *Procuram-se cientistas de dados*. <https://www.linkedin.com/pulse/procuram-se-cientistas-de-dados-rodrigo-cunha/>
- Curty, R. G., & Serafim, J. D. S. (2016). A formação em ciência de dados: uma análise preliminar do panorama estadunidense. *Informação & Informação*, 21(2), 307–331. <https://doi.org/10.5433/1981-8920.2016v21n2p307>

- Davenport, T. H., & Patil, D. J. (2012). Data scientist: The sexiest job of the 21st century. *Harvard Business Review*, 90(10), 5. <https://hbr.org/2012/10/data-scientist-the-sexiest-job-of-the-21st-century>
- Demchenko, Y., Belloum, A., Los, W., Wiktorski, T., Manieri, A., Brocks, H., Becker, J., Heutelbeck, D., Hemmje, M., & Brewer, S. (2016). EDISON data science framework: A foundation for building data science profession for research and industry. *Proceedings of the International Conference on Cloud Computing Technology and Science, CloudCom, o(Dtw)*, 620–626. <https://doi.org/10.1109/CloudCom.2016.0107>
- Demchenko, Y., Belloum, A., & Wiktorski, T. (2017). *EDISON Data Science Framework: Part 1. Data Science Competence Framework (CF-DS)*. <https://edison-project.eu/data-science-competence-framework-cf-ds/>
- Dhar, V. (2013). Data science and prediction. *Communications of the ACM*, 56(12), 64–73. <https://doi.org/10.1145/2500499>
- Finzer, W. (2013). The Data Science Education Dilemma. *Technology Innovations in Statistics Education*, 7(2), 1–9. <https://doi.org/10.5070/T572013891>
- Gajzler, M. (2010). Text and data mining techniques in aspect of knowledge acquisition for decision support system in construction industry. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 219–232. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.14>
- Gottipati, S., Shim, K. J., & Sahoo, S. (2021). Glassdoor job description analytics - Analyzing data science professional roles and skills. *IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON, 2021-April(April)*, 1329–1336. <https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9453931>
- Grossi, V., Giannotti, F., Pedreschi, D., Manghi, P., Pagano, P., & Assante, M. (2021). Data science: a game changer for science and innovation. *International Journal of Data Science and Analytics*, 11(4), 263–278. <https://doi.org/10.1007/s41060-020-00240-2>
- Hall, P., Phan, W., & Whitson, K. (2016). *The Evolution of Analytics: Opportunities and Challenges for Machine Learning in Business*. O'Reilly Media, Inc.
- Halwani, M. A., Amirkiee, S. Y., Evangelopoulos, N., & Prybutok, V. (2021). Job qualifications study for data science and big data professions. *Information Technology & People*. <https://doi.org/10.1108/ITP-04-2020-0201>
- Kaggle. (2021). *State of Machine Learning and Data Science 2021*. <https://www.kaggle.com/kaggle-survey-2021>
- Kim, J. Y., & Lee, C. K. (2016). An empirical analysis of requirements for data scientists using online job postings. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*, 10(4), 161–172. <https://doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.4.15>
- Lantz, B. (2015). *Machine Learning with R* (2nd ed.). Packt Publishing.

- LinkedIn. (2020). 2020 Emerging Jobs Report. In *LinkedIn*. https://business.linkedin.com/content/dam/me/business/en-us/talent-solutions/emerging-jobs-report/Emerging_Jobs_Report_U.S._FINAL.pdf
- Loukides, M. (2012). *What is data science? The future belongs to the companies and people that turn data into products*. O'Reilly Media, Inc. <https://doi.org/10.1201/b13101-3>
- Mabey, B. (2018). *pyLDAvis Documentation*.
- Metelo, M., Bernardino, J., & Pedrosa, I. (2021). Avaliação de Ferramentas Open Source para Data Science usando a Metodologia OSSpal. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E46, 588–607. <https://www.proquest.com/docview/2647406894>
- Meyer, M. A. (2019). Healthcare data scientist qualifications, skills, and job focus: A content analysis of job postings. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 26(5), 383–391. <https://doi.org/10.1093/jamia/ocy181>
- NIST Big Data Public Working Group. (2015). NIST Big Data Interoperability Framework: Volume 1, Definitions. <https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1500-1>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013a). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, 1(1), 51–59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013b). *Data Science for Business: What you need to know about data mining and data-analytic thinking*. O'Reilly Media, Inc.
- Raschka, S. (2016). *Python Machine Learning: Unlock deeper insights into machine learning with this vital guide to cutting-edge predictive analytics*. Packt Publishing.
- Řehůřek, R., & Sojka, P. (2011). Gensim-python framework for vector space modelling. *NLP Centre, Faculty of Informatics, Masaryk University, Brno, Czech Republic*, 3(2). <https://radimrehurek.com/gensim/index.html>
- Reis, L. C. R., & Sá, M. I. da F. e. (2020). Big Data: Um novo campo de atuação para bibliotecários. *Prisma.Com*, 41, 231–250. <https://doi.org/10.21747/16463153/41a12>
- Saltz, J. S., & Grady, N. W. (2017). The ambiguity of data science team roles and the need for a data science workforce framework. In *Proceedings - 2017 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2017, 2018-Janua*, (pp. 2355–2361). <https://doi.org/10.1109/BigData.2017.8258190>
- Sievert, C., & Shirley, K. (2014). LDAvis: A method for visualizing and interpreting topics. In *Proceedings of the Workshop on Interactive Language Learning, Visualization, and Interfaces*, (pp. 63–70). <https://doi.org/10.3115/v1/W14-3110>
- Stark, H., & Hawamdeh, S. (2018). Relating Big Data and Data Science to the Wider Concept of Knowledge Management. In *Analytics and Knowledge Management* (pp. 141–166). CRC Press.

Wesslen, R. (2018). *Computer-Assisted Text Analysis for Social Science: Topic Models and Beyond*. ArXivLabs. <http://arxiv.org/abs/1803.11045>

Wolfram, D. (2017). A pesquisa bibliométrica na era do big data: Desafios e oportunidades. *Bibliometria e Cientometria No Brasil: Infraestrutura Para Avaliação Da Pesquisa Científica Na Era Do Big Data*.

Agile Short Unified Process – ASUP: Uma metodologia híbrida apoiada na adaptação do framework Scrum e do modelo Unified Process

Mauro Borges França¹, Alexandre Cardoso², Edgard Afonso Lamounier Junior²,
Camila Tavares Mota²

mauro@iftm.edu.br; alexandre@ufu.br; lamounier@ufu.br; camilatavares@ufu.br

¹ Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), 38064-190, Uberaba-MG, Brasil

² Universidade Federal de Uberlândia (UFU), 38400-902, Uberlândia-MG, Brasil

DOI: 10.17013/risti.46.71-86

Resumo: Encontrar uma metodologia de desenvolvimento de software que seja aderente às características de fábricas de software é um grande desafio para pesquisadores. Neste sentido, este trabalho apresenta uma metodologia híbrida, denominada Agile Short Unified Process – ASUP. A proposta tem como base elementos extraídos do framework Scrum inseridos nas quatro fases do Unified Process – UP: Concepção, Elaboração, Construção e Transição. Em cada fase encontra-se um ciclo de vida representada e tipificada com todos os seus elementos. Para avaliar a eficiência, o ASUP foi aplicado em quatro projetos de duas instituições federais de educação profissional - IFTM e IFNMG. Após a aplicação da metodologia, alguns apontamentos foram realizados pelas equipes como forma de *feedback* e suas percepções finais foram de ganhos significativos nas atividades de gerenciamento dos projetos. Por fim, nas duas instituições, a metodologia foi aprovada e deixou de ser apenas sugestiva para ser considerada aplicável em outros projetos.

Palavras-chave: Scrum; Unified Process; Metodologias Híbridas; Atividades de Gerenciamento de Projetos.

Agile Short Unified Process – ASUP: A hybrid methodology supported by the adaptation of the Scrum framework and the Unified Process model

Abstract: A great challenge for researchers is to find out a software development methodology that can be adhered to the characteristics of software factories. In this sense, this work presents a hybrid methodology, called Agile Short Unified Process – ASUP. The proposal is based on elements extracted from the Scrum framework inserted in the four phases of the Unified Process – UP: Conception, Elaboration, Construction and Transition. We can find a life cycle represented and typified with all its elements in each stage. The ASUP was applied in four projects of two federal institutions of professional education (IFTM and IFNMG) in order to evaluate its

efficiency. After applying this methodology, some notes were made by the teams as a form of feedback, and their final perceptions realized meaningful gains in project management activities. In the end, the methodology was approved and was no longer only a suggestive one, but being considered perfectly possible to be applied in other projects, in both institutions.

Keywords: Scrum; Unified Process; Hybrid Methodologies; Project Managing Activities.

1. Introdução

Várias mudanças na forma de desenvolver projetos ocorreram durante toda história do software. Disciplinas de Engenharia de Software emergiram em consequência da “Crise de Software” na década de 1970. Esse momento motivou o surgimento das metodologias de desenvolvimento de sistemas, sendo o seu primeiro modelo denominado cascata (Guéhéneuc & Khomh, 2019).

Outro fator que agitou mudanças na área de Engenharia de Software aconteceu no ano de 2001, quando dezessete profissionais especializados em metodologias consideradas leves estabeleceram princípios e características comuns em cada uma, resultando na “Aliança Ágil”, a qual constituiu o documento denominado “Manifesto Ágil” (Mancé & Fraser, 2019).

Estes dois momentos históricos, a “Crise de Software” e o “Manifesto Ágil”, foram marcantes em suas respectivas épocas, pois incentivaram as empresas a aprimorarem suas maneiras de trabalhar em projetos de software (Stol & Fitzgerald, 2018).

Para Barbosa et al (2021), a aplicação certa de métodos e técnicas em gerenciamento de projetos mitiga as incertezas epistêmicas em projetos de software e pode representar um diferencial competitivo para a indústria de software.

Para que a condução dos projetos de software seja aprimorada nas organizações é de suma importância o uso de uma metodologia. Dentre elas destacam-se os modelos prescritivos ou tradicionais e as mais atuais sendo denominadas ágeis. Algumas empresas julgam que o software que produzem pode ser compreendido simplesmente ao ler seu código-fonte - modelos ágeis - e outras documentam seus produtos de forma intensiva - modelos tradicionais (Gonçalves, 2018).

Para Castilla (2014), alguns acadêmicos e profissionais propuseram diferentes abordagens com o objetivo de encontrar métodos de desenvolvimento apropriados para características de projetos de softwares específicos. Neste sentido, os estudos apontam para o uso de metodologias híbridas que combinam duas ou mais metodologias de desenvolvimento de software com a finalidade de alavancar os respectivos pontos positivos e melhorando, assim, todo o processo de desenvolvimento.

Para Kuhrmann et al (2017), uma abordagem híbrida é qualquer combinação de metodologias ágeis e tradicionais, a qual uma unidade organizacional adota e personaliza às suas próprias necessidades de contexto (por exemplo, domínio de aplicação, cultura, processos, projeto, estrutura organizacional, técnicas, tecnologias, etc.).

Considerando a possibilidade de contribuição, este trabalho apresenta o Agile Short Unified Process - ASUP, uma metodologia baseada nas fases do Processo Unificado - PU

- com elementos extraídos do *framework* Scrum. Partindo desse panorama, levanta-se a seguinte hipótese: “A combinação de estratégias presentes nos modelos ágeis (Scrum) com elementos dos Processos Unificados - PU - irá prover melhorias na dinâmica, condução e gestão de projetos conduzidos em iniciativas oriundas de instituições de ensino público”.

Portanto, como objetivo geral, esse trabalho propõe um conjunto de técnicas computacionais e gerenciais, adequando a integração de aspectos relevantes do Processo Unificado e do *framework* Scrum, a serem aplicados em projetos de médio e pequeno porte motivados em fábricas de software localizadas em instituições públicas de ensino.

Como resultado da avaliação de produtividade da proposta, o trabalho foi aplicado nos setores de Tecnologia da Informação e Comunicação das seguintes instituições:

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro localizado na cidade de Uberaba (MG);
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais localizado na cidade de Montes Claros (MG);

2. Fundamentação Teórica

Para entender a proposta deste trabalho, foi elaborado um mapa conceitual com os elementos envolvidos na pesquisa. De acordo com Serrat (2017), esta técnica permite representar os componentes da temática do trabalho investigado e organizar os conceitos, temas ou tarefas em um tópico central. Nessa linha de raciocínio, a metodologia ASUP, sendo o foco central da pesquisa, apresenta uma relação das combinações de práticas utilizadas no *framework* Scrum, relacionando-as às fases do Processo Unificado. Além de apresentar as características dos modelos envolvidos na pesquisa, outros elementos que se relacionam com o tema são demonstrados no mapa conceitual para simbolizar suas relações.

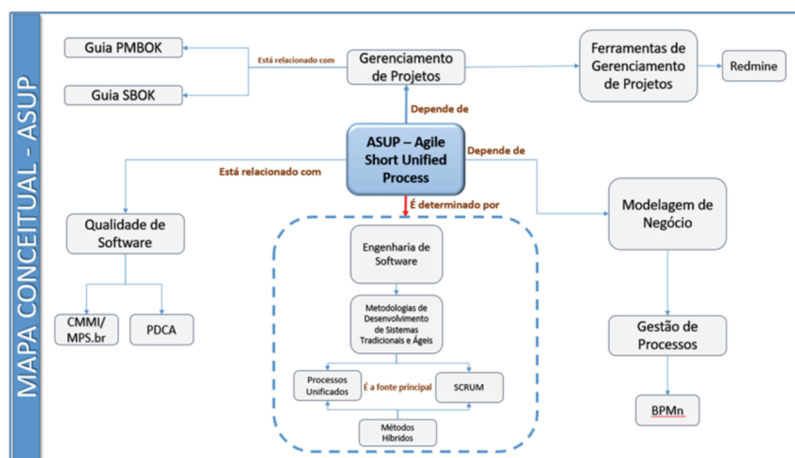


Figura 1 – Mapa Conceitual

No mapa destaca-se o ASUP como ponto central, sendo delimitado pelo pontilhado com a mesma cor da caixa do ASUP, demonstrando que se trata da principal área da investigação deste trabalho. A seta com a descrição “É determinado por” deixa claro que o ASUP está fortemente relacionado com a área de “Engenharia de Software” juntamente com suas extensões “Metodologia de Desenvolvimento de Sistemas”, “Processo Unificado”, “Scrum” e “Métodos Híbridos”.

O estudo investigado também depende de outros elementos, como o Gerenciamento de Projetos, pois utiliza diretrizes conhecidas na 6ª edição do Guia de referência do PMBOK. Logo, um dos pontos-chaves é o uso de uma ferramenta de gerenciamento de projetos *open source* denominada *Redmine*, permitindo a estruturação e a acomodação do rol de tarefas para relacionar com o uso da metodologia.

Diante da estrutura base da pesquisa demonstrado no mapa conceitual, serão apresentados apenas os conceitos básicos das duas metodologias aderentes à pesquisa e o contexto de metodologias híbridas para o entendimento da proposta.

2.1. Framework Scrum

De acordo com Morandini et al (2021), Scrum é considerado atualmente uma das metodologias mais utilizadas em projetos de software, surgiu em meados de 1990 e foi idealizado por Ken Schwaber e Jeff Sutherland que se apoiou nos métodos Lean (ciclo do processo de produção da Toyota) e OODA (ciclo da aviação de combate dos USA). Portanto, da junção dessas duas metodologias nasceu o Scrum, que é definido como um *framework* para desenvolver, entregar e manter produtos complexos. Essa definição consiste em papéis, eventos, artefatos e regras e os mantém integrados. Para seus idealizadores, o Scrum é um método leve, simples de entender, porém de difícil domínio (Sutherland, 2016).

Como no Processo Unificado, o Scrum também emprega uma abordagem iterativa e incremental para aperfeiçoar a previsibilidade e o controle de riscos. Além disso, ele tem como pilares a transparência, a inspeção e a adaptação.

O Scrum é composto pelo Time Scrum que desenvolve suas atividades conforme suas cerimônias e dentro dos *times box* definidos. Como papéis o Scrum é dividido em três tipos que compõem o time: Product Owner, Scrum Master e o Time de Desenvolvimento (Shafiee et al, 2020).

A Sprint é considerada o coração do Scrum e possui um *time-boxed* de um mês ou menos, durante o qual um incremento de produto potencialmente liberável é criado. A Sprint é definida por meio da reunião de Planejamento da Sprint e esse é elaborado de forma colaborativa entre todos do time Scrum. Como forma de acompanhar as etapas do projeto, a cerimônia da reunião diária é utilizada pelo Time de Desenvolvimento num evento *time-boxed* de 15 minutos para que o time possa sincronizar as atividades e criar um plano para as próximas vinte e quatro horas. No final de cada Sprint é realizada a reunião de sua revisão que tem como objetivo inspecionar o incremento e adaptar o Product Backlog, caso necessário. Por fim, a Retrospectiva da Sprint é o momento oportuno para que o Time Scrum inspecione como a Sprint foi conduzida, identificando e ordenando os pontos positivos e outros que devem ser aprimorados.

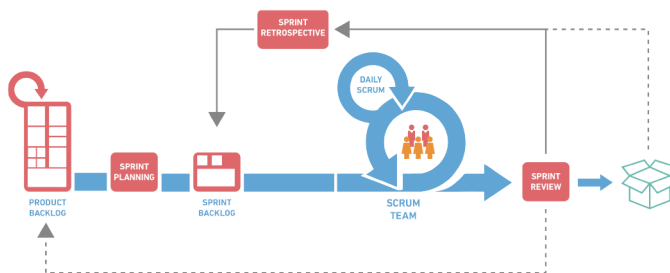


Figura 2 – Ciclo de Vida do Processo Scrum

O resumo do Scrum permite uma análise das várias cerimônias e estruturas que são consideradas próximas às características do trabalho proposto.

2.2. Unified Process

O Processo Unificado tem como pilar ser dirigido por Casos de Uso, centrado em arquitetura e ser iterativo e incremental. Cada ciclo termina com a liberação de uma versão do sistema para os clientes. No Processo Unificado, cada ciclo contém quatro fases (Wazlawick, 2019). Uma fase é simplesmente o tempo decorrido entre dois marcos principais em que gerentes tomam decisões importantes sobre se prosseguem ou não com o desenvolvimento e, se a resposta for afirmativa, eles deliberam sobre o que é necessário fazer em relação ao escopo, ao orçamento e ao cronograma do projeto (Shafiee, 2020). A Figura 3 apresenta as fases e os principais marcos do Processo Unificado.

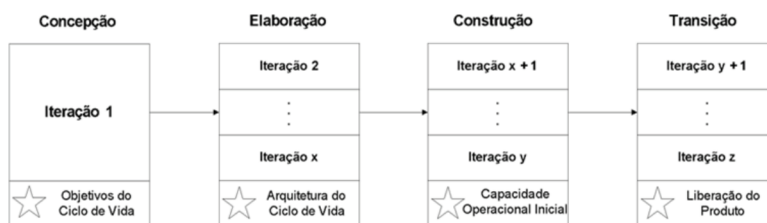


Figura 3 – Fases e Marcos Principais do Processo Unificado

A seguir são apresentadas visões gerais de cada fase do Processo:

- **Concepção:** O objetivo principal da fase de Concepção é estabelecer a viabilidade do sistema proposto. A definição do escopo, a arquitetura candidata e a análise econômica são os aspectos predominantes desta fase.
- **Elaboração:** Esta fase tem como principais aspectos a captura dos requisitos funcionais válidos restantes, o estabelecimento de uma base arquitetônica, a abordagem dos possíveis riscos significativos e a preparação do plano para orientar a próxima fase (construção).

- **Construção:** Nesta fase fica a responsabilidade da construção do sistema em questão. Esse deverá ser capaz de operar bem em ambientes de teste, no qual o próprio cliente os realiza.
- **Transição:** O principal objetivo da fase de Transição é entregar o sistema completamente funcional aos clientes. O principal marco associado à fase de Transição é chamado de Liberação do Produto.

O ASUP traz em seu ciclo de vida as quatro fases representadas no Processo Unificado, sendo este o principal motivo de sua familiaridade.

2.3. Metodologias Híbridas

A crescente demanda por projetos de software em diferentes domínios motivam oportunidades para que a indústria de software aprimore a forma de desenvolver seus projetos. Em função disso, atualmente há muitos estudos que envolvem as metodologias tradicionais e ágeis (Muñoz et al, 2019). Para Mirza & Datta (2019), tais métodos apresentam pontos fortes e fracos, sendo que as metodologias ágeis superam algumas das fraquezas apresentadas nas tradicionais.

Segundo Dingsøyr et al (2018), os métodos tradicionais são aplicados em sistemas de informações que demandam um planejamento rígido e extenso, confrontando as características adotadas pelos métodos ágeis, nos quais há maior flexibilidade na construção dos projetos de software, pois aplicam técnicas por meio de aprimoramento e testes contínuos com base em feedback e modificações ágeis.

Embora nos últimos anos as metodologias ágeis tenham sido usadas por empresas de desenvolvimento de software, ainda existe uma alta taxa de falhas de software quando comparadas com os principais processos de engenharia (Dhir et al, 2019).

Diante de todos esses julgamentos, a adaptação de metodologias se tornou uma prática comum na adesão ao processo de produção de software. Dessa forma, as indústrias de software buscam customizar os processos de software em sintonia com sua estrutura organizacional. Para isso este trabalho apresenta o ASUP para ser discutido no meio científico.

3. Metodologia Proposta

3.1. Visão geral do ASUP

Após entender as características dos dois principais modelos e compreender que as metodologias híbridas podem aprimorar no processo de soluções em projetos de software, este trabalho apresenta uma metodologia híbrida com base em elementos extraídos do Scrum e do Processo Unificado, a fim de avaliar seu potencial em projetos oriundos de setores de tecnologia da informação e comunicação em duas intuições de ensino profissional.

Do Processo Unificado as fases foram representadas, pois acredita-se que facilita aos envolvidos no projeto a identificação do estágio em que se encontram as atividades de uma determinada Sprint. Já no Scrum a representação do ciclo com o uso das Sprints

foram consideradas, pois representa as entregas no progresso iterativo e incremental. Ainda com aproximação do Scrum, o ASUP direciona as inspeções, com suas cerimônias de *time-box*. As inspeções permitem um direcionamento das atividades realizadas, tanto de cunho técnico como de acompanhamento das entregas. A figura 4 apresenta o ciclo de vida do modelo ASUP com suas cerimônias, artefatos e papéis envolvidos.

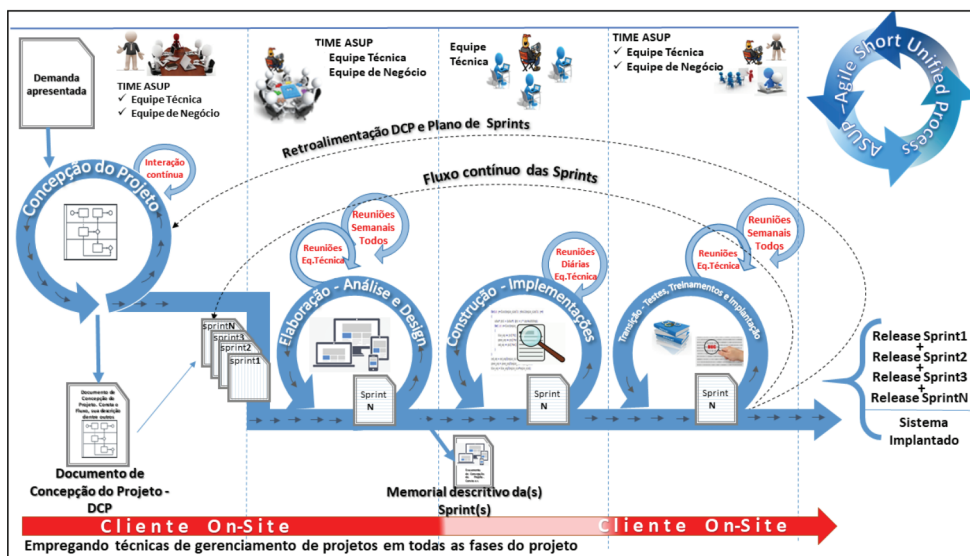


Figura 4 – Ciclo de vida do processo ASUP

Cada fase irá produzir um conjunto de atividades e, consequentemente, um conjunto de artefatos para documentar as etapas do processo de desenvolvimento. Logo, ao final de cada fase, espera-se obter tais artefatos, sejam eles diagramáticos ou textuais, a depender da fase em questão.

Para um melhor entendimento da metodologia demonstrada, faz-se necessário apresentar os elementos nela contida, dividindo-os em quatro pilares de sustentação:

- Atores envolvidos;
- Ciclos de eventos fragmentados em fases;
- Envolvimento bem definido do cliente no projeto;
- Uso de ferramenta de gerenciamento de projetos para acomodar as tarefas e artefatos.

3.2. Atores da metodologia ASUP

Normalmente os projetos possuem dois segmentos de times, um composto por papéis de quem está desenvolvendo o serviço técnico e o outro pelos componentes que estão demandando o serviço, também conhecidos como clientes. Para interações das atividades trabalhadas entre esses dois segmentos, a metodologia ASUP propõe uma divisão em

dois tipos de equipes. O objetivo dessa divisão é estabelecer uma comunicação efetiva na condução das etapas do projeto, descritos a seguir.

Equipe da Regra de Negócio ou, simplesmente, Equipe de Negócio

Esta equipe tem como responsabilidade repassar todo conhecimento da regra de negócio do projeto, bem como elicitar todos os requisitos a serem estabelecidos. A estreita comunicação com a equipe técnica permitirá transformar os problemas apresentados em soluções de software. Para isso, o ASUP propõe duas divisões:

- Patrocinador(es);
- Stakeholder(s).

Equipe Técnica (equipe de profissionais técnicos)

A equipe técnica é a responsável por conduzir as atividades de cunho técnico que envolve o projeto. Cada papel deverá ter um rol de responsabilidades, a fim de organizar e estabelecer uma comunicação que permita alcançar as metas e os objetivos desejados. Deste modo o ASUP propõe três papéis:

1. Gerente de Projetos;
2. Coordenador ou Líder de Equipes;
3. Desenvolvedores.

3.3. Ciclos fragmentados em fases

Concepção Inicial do Projeto

O início de qualquer projeto parte de uma pessoa ou grupo de pessoas que possui o interesse em desenvolver um produto ou serviço para solucionar um problema ou aprimorar um processo qualquer. Portanto, ao ser apresentada uma demanda e essa aprovada para ser desenvolvida no projeto, o ASUP entra no primeiro ciclo denominado “Concepção do Projeto”. Poderá acontecer do Patrocinador e do Gerente de Projetos não entrarem em acordo, seja por questões de viabilidade financeira, seja por outro fator que justifique a não continuidade do projeto e, sendo assim, ele será encerrado. Porém o método proposto neste trabalho tem como foco apresentar o processo somente após o aceite da demanda por parte do Patrocinador e do Gerente de Projetos.

Para a compreensão final da importância desta fase e como destaque desse ciclo, a figura 4 apresentada na seção da visão geral do ASUP, demonstra um degrau no desenho de seu ciclo. Esse degrau representa que esse primeiro ciclo será realmente a base da estrutura da metodologia. Isso significa que mesmo podendo ser retroalimentado o planejamento das Sprints e todo o processo de desenvolvimento de cada ciclo, todos os procedimentos serão orientados com base nas atividades desenvolvidas nessa fase.

Resumo dos eventos/tarefas a serem desenvolvidos nesta fase:

1. Reunião de instalação dos trabalhos para a compreensão do contexto geral do problema apresentado com algum artefato que motivou a demanda;
2. Interações contínuas (reuniões formais ou informais) para lapidar o fluxo do processo que envolve o contexto do domínio da aplicação;

3. Elaboração e validação do fluxo Business Process Model and Notation -BPMn - de maneira colaborativa entre equipe técnica e equipe de negócio;
4. Elaboração e validação do planeamento das Sprints a serem trabalhadas na construção do projeto;
5. Elaboração e validação do Documento de Concepção do Projeto;

Resumo dos artefatos da fase:

1. Documento que apresentou a demanda (e-mail, ofício, história inicial apresentada ou outro artefato que represente o *start* do projeto);
2. Fluxo BPMn (importante que registre todas as versões do documento para demonstrar a evolução do entendimento do processo);
3. Planilha com o planeamento das Sprints a serem trabalhadas no projeto (planilha, tabela, website colaborativo ou outro documento que represente a divisão das Sprints, bem como suas estimativas e prioridades);
4. Documento de Concepção do Projeto (documento com mais detalhes e informações dos demais artefatos citados acima).

Uma observação importante é que todos os artefatos são dinâmicos e podem a qualquer momento serem retroalimentados conforme identificadas alterações no projeto e desde que seja acordado entre as equipes técnica e de negócio.

Elaboração – Análise e Design

Diante do Planeamento das Sprints, o ciclo denominado “Elaboração – Análise e Design” tem como objetivo principal o detalhamento dos requisitos de um grupo de funcionalidades que compõe uma Sprint. A equipe técnica em conjunto com a equipe de negócio tem o desafio de transformar as informações trabalhadas nas interações semanais em protótipos a serem lapidados até que possam ser devidamente utilizadas no contexto incremental do projeto. Essa fase também tem característica iterativa e incremental, pois por meio de várias interações as equipes de negócio e técnica estarão juntas buscando o objetivo em comum. Nesta fase a equipe técnica elabora um artefato denominado “memorial descritivo”, o qual estabelece todos os elementos envolvidos e aprovados pela equipe de negócio.

Um evento que se aproxima das atividades desenvolvidas no *framework* Scrum são as reuniões diárias. O ASUP sugere, mas não impõe que esse evento aconteça, pois podem existir características de projetos que inviabilizam tal encontro. O evento obrigatório imposto pelo ASUP são as reuniões semanais, elas sim permitirão que o time ASUP acompanhe se as metas estabelecidas foram cumpridas e também permitirão planejar as próximas metas. É importante que a reunião aconteça para avaliar o andamento dos trabalhos da Sprint. Para que esse processo seja transparente, todas as tarefas deverão estar devidamente registradas no ambiente de gerenciamento de projetos.

A responsabilidade de avaliar e analisar se as tarefas planejadas estão sendo cumpridas é do líder da equipe de desenvolvedores. Ele deverá, por meio do ambiente de gerenciamento de projetos, promover tarefas e acompanhar se elas estão sendo realizadas ou não. Os desenvolvedores deverão realizar o lançamento de atividades vinculadas às tarefas para permitir ao líder verificar e acompanhar sua progressão.

Com o artefato denominado memorial descritivo aprovado pelo líder da equipe juntamente com os desenvolvedores, o ciclo é finalizado e as atividades são encaminhadas para a próxima fase.

Ressalta-se que o envolvimento da equipe de negócio nesses dois primeiros ciclos é constante e todo o processo somente é continuado com a anuência e definição das duas equipes (técnica e de negócios). Isso é bem representado na figura 4 do ciclo ASUP por meio da tarja vermelha, a qual é constante nos dois ciclos conforme demonstrado.

Resumo dos eventos/tarefas/artefatos a serem desenvolvidos nesta fase:

1. Reuniões semanais para identificar, detalhar e validar os requisitos;
2. Elaboração dos Protótipos de Interfaces e dos Fluxos BPMn quando necessário;
3. Arquitetar e estruturar banco de dados;
4. Elaboração do Memorial descritivo.

Resumo dos artefatos produzidos na fase de concepção:

1. Protótipo de Interfaces por Sprints;
2. Fluxo BPMn (quando necessário, a depender da complexidade da Sprint)
3. Memorial descritivo.

Construção – Implementações

O ciclo “Construção – Implementações” apresenta a característica mais técnica dentro do modelo, pois representa a codificação e transformação dos artefatos documentais em códigos para serem compilados em um projeto de software. Este trabalho tem como base as definições desenvolvidas no memorial descritivo apresentado.

Uma observação importante dessa fase é a barra de presença do cliente denominada “*Client on site*”. A figura 4 apresentada na visão geral do ASUP, demonstra uma coloração bem mais clara na barra, pois no processo de codificação, a equipe de negócio poderá até ser envolvida, porém com menor intensidade do que nos demais ciclos. Isso ocorre apenas quando a equipe técnica encontra alguma necessidade de *feedback*, podendo o processo retornar para o ciclo anterior para averiguar o contexto do problema apresentado. Esse retorno poderá reestabelecer o *workflow* do processo ASUP, mas deve ser acordado por ambas equipes.

Resumo dos eventos/tarefas/artefato a serem desenvolvidos nesta fase:

1. Código fonte;
2. Teste de unidade da Sprint.

Transição – Testes, Treinamentos e Implantação

O último ciclo da Sprint é o definido como “Transição – Testes, Treinamentos e Implantação”. Ele é responsável por envolver a equipe de negócio do projeto no processo de teste dos componentes da Sprint. Caso os testes realizados pelos usuários sejam aceitos, eles passarão pelo processo de treinamento quando houver mais de um usuário a utilizar o sistema a ser liberado.

Se ao findar uma determinada Sprint, o time ASUP detectar necessidade de retroalimentação do planeamento das Sprints por motivos acordados entre ambas as partes, isso será realizado. Caso não haja ocorrências nesse sentido, segue-se o fluxo contínuo para a próxima Sprint, iniciando-se o processo novamente no ciclo de Elaboração – Análise e Design da Sprint seguinte.

Resumo dos eventos/tarefas a serem desenvolvidos nessa fase:

1. Reuniões para validação da Sprint;
2. Reunião para avaliar retroalimentação do Plano de Sprints;
3. Realização de testes com as equipas juntas.

Resumo dos artefactos produzidos na fase de concepção:

1. Relatório de testes;
2. Manuais da Sprint, quando necessário, para facilitar o entendimento das funcionalidades que a compõe;
3. Aceite final com anuência para implantar a Sprint no ambiente de produção.

3.4. Artefactos

A metodologia ASUP não restringe que se utilize apenas os artefactos especificados no desenho de seu ciclo e descritos em suas fases. Isso porque, dependendo do tipo do projeto, ele deverá ter outros diagramas e documentos que fortaleçam sua composição e organização.

A sugestão dos artefactos contidos no ASUP procura atender as necessidades de comunicação e transparência do processo. Os artefactos básicos gerados na metodologia ASUP estão representados em suas referidas fases conforme já mencionado.

Os artefactos recomendados deverão estar devidamente acomodados e registrados no ambiente de gerenciamento de projetos *Redmine*. O único artefacto que não constará no ambiente será o código fonte do projeto que fará parte da estrutura armazenada em repositório apropriado e definida pela equipa técnica.

3.5. O envolvimento do cliente do projeto

Conforme já mencionado nos ciclos da metodologia ASUP, a presença da equipa de negócio do projeto é representada no desenho do ciclo de vida do processo por meio de uma barra de cor vermelha com o nome “*Client On-Site*”. Observa-se a intensidade da cor, pois representa o nível de envolvimento do cliente no projeto. O termo “*Client on-site*” significa que a equipa de negócio estará presente de forma atuante em todo o momento em que a barra esteja na cor vermelha intensa. Analisando a barra de envolvimento do cliente, é bem nítido que ele está fortemente envolvido nos ciclos de concepção, elaboração e transição e com menor participação no ciclo de construção. Isso se deve ao motivo de ser um ciclo com particularidades específicas do papel de desenvolvedor. Esse transformará em códigos os artefactos que foram devidamente construídos com envolvimento do cliente de forma intensa e, consequentemente, tais códigos se tornarão componentes de software da Sprint.

3.6. Ferramenta web de gerenciamento de projetos com aderência à metodologia ASUP

A metodologia ASUP é apoiada por meio de uma ferramenta web de gerenciamento de projetos denominada *Redmine*. Essa ferramenta é uma solução *open source* e apresenta uma série de funcionalidades para facilitar a condução de projetos. *Redmine* foi desenvolvido com o framework denominado *Ruby on Rails*, e lançado sob os termos GNU - General Public License (Kaminski, 2019).

Abramova et al (2016), realizou uma pesquisa comparando as principais ferramentas de gerenciamento de projetos de código aberto e soluções proprietárias. Nessa pesquisa, o autor apresentou que das soluções livres pesquisadas, *Redmine* tem seu destaque significativo por possuir várias funcionalidades equiparando-se às soluções proprietárias.

Arias (2019) cita em seu trabalho que o *Redmine* “*serviu de plataforma para a comunicação, avaliação do trabalho dos membros da equipe, retroalimentação, consultas de documentos e socialização dos resultados obtidos em cada etapa*”.

Pelos motivos apresentados, o *Redmine* foi a escolhida para ser utilizada e recomendada para aplicar a metodologia ASUP.

Nas duas instituições do caso de uso o *Redmine* foi implantado em servidores próprios e devidamente acomodados em seus Data Centers. Portanto, existem outros ensaios em andamento sendo realizados e atualmente o ASUP possui um domínio com estrutura própria (<http://asup.net.br>).

4. Aplicabilidade da Metodologia Proposta

Para avaliar a eficiência e eficácia do ASUP, a metodologia foi aplicada em duas instituições de educação profissional nos seus setores de desenvolvimento. Foram dois projetos vinculados à Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – IFTM e dois projetos vinculados à Diretoria de Tecnologia da Informação e Comunicação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas – IFNMG.

Nº	Descrição dos projetos	Local
1	Projeto Datas Comemorativas – DC	DTIC-IFTM
2	Projeto Quadro Informativo – QI	DTIC-IFTM
3	Projeto Sistema de Graduação UAB/IFNMG	DTIC-IFNMG
4	Projeto Sistema de Pós-Graduação UAB/IFNMG	DTIC-IFNMG

Tabela 1 – Projetos que utilizaram o ASUP

Anterior à utilização do ASUP, em ambas as instituições eram utilizadas metodologias diferentes da proposta deste trabalho, sendo o IFTM uma adaptação do Processo Unificado e o IFNMG uma adaptação do Scrum.

Para as duas instituições, a aplicação da metodologia ASUP teve início com um processo de treinamento junto ao time escolhido para utilizá-la. Após o treinamento e o conhecimento prévio da demanda apresentada por meio de um documento interno das fábricas, criou-se os projetos no ambiente Redmine, definindo os membros do time ASUP e os escopos iniciais dos projetos conforme suas definições.

Com as equipes treinadas, os projetos foram conduzidos e em vários momentos foram sendo ajustados os entendimentos quanto aos procedimentos utilizados no processo ASUP. Todas as atividades dos projetos foram conduzidas de forma orientada e após a aplicação da metodologia com seus ritos e cerimônias, realizou-se uma reunião com os times para levantar características a serem aperfeiçoadas. Diante disso, as equipes técnicas que utilizou o ASUP listaram pontos importantes apresentados abaixo:

1. Como o time era composto por 1 Coordenador e 3 desenvolvedores, em alguns momentos, por questões de férias e afastamentos, o projeto trouxe problemas de sequenciamento. Problemas esses que podem ser classificados apenas como gerenciamento de time;
2. O time tinha integrantes que não conheciam algumas tecnologias utilizadas no projeto e, por isso, foi necessário realizar um nivelamento entre os integrantes;
3. Como os projetos demandavam integrações com outros módulos, foi detectado a necessidade de envolver um profissional para trabalhar com a integração do Banco de Dados quando houvesse a presença de um Administrador de Banco de Dados - DBA na equipe, por se tratar de um projeto de software escalável.
4. As equipes deveriam ter cuidado com a padronização de cada módulo construído e evitar que no resultado final, na organização da tela, na documentação manual e no tutorial o usuário não desenvolvesse critérios diferentes em cada módulo.
5. De alguma forma, o gerente do projeto deveria “fiscalizar” o alinhamento na produção dos módulos para que permaneçam integrados no Sistema de Gestão Integrado - ERP;
6. Por outro lado, a autonomia das equipes nos permite uma diferenciação nas tarefas individuais, quebrando o monotonismo de repetição constante - só programar ou só testar. Ainda traz um fator crucial que é a entrega de partes do projeto ao cliente, tornando-o mais próximo das etapas do desenvolvimento, fator esse não existente no método utilizado anteriormente.
7. Como auxílio para o entendimento da metodologia, talvez poderia ser feito um tutorial aplicado a um caso hipotético bem simples, demonstrando o uso dos elementos gerados no processo de cada etapa e o andamento do começo, meio e fim do método. Isso ficaria interessante e prático e já ajudaria na introdução mais rápida do ASUP.

Em resumo, após analisar os apontamentos realizados pelas equipes, percebe-se três pontos distintos, a saber 1) aspectos gerenciais e estruturais e que demandam uma gestão de pessoal, 2) elaboração de manuais do uso da metodologia e da ferramenta para auxiliar sua implementação e 3) definições de padrões de projeto, aspecto primordial para evitar possíveis problemas de qualidade.

5. Conclusões

A adoção da metodologia obteve resultados significativos, aprimorando as práticas na gestão de projetos de software, e acredita-se que proporcionou melhorias 1) nos aspectos de comunicação entre as equipes por meio das interações contínuas, 2) na organização dos artefatos para uma possível rastreabilidade, 3) na dinâmica dos processos de planejamento, execução e monitoramento das atividades vinculadas aos projetos e 4) na adoção de uma ferramenta que permitiu a aplicação da metodologia. Por fim, as etapas acima propiciaram transparência nas ações desenvolvidas no projeto.

Neste sentido, a aplicação da metodologia ASUP demonstrou transformações importantes nos projetos que a utilizaram e, conseqüentemente, deixou um legado quanto à forma de condução de projetos de software nas instituições envolvidas. De uma forma geral, sua aplicação proporcionou melhores resultados no planejamento e execução dos projetos conduzidos e nos locais de aplicação a proposta deixou de ser sugestiva e se transformou em realidade.

6. Trabalhos Futuros

Diante dos aspectos demonstrados nessa pesquisa, algumas demandas foram apresentadas com interesse do uso do ASUP, porém projetos com características distintas, em destaque três vertentes que poderiam ser utilizadas com ASUP:

- Aplicação do ASUP em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento P&D;
- Adequação das fases do ASUP para projetos menores, tais como iniciação científica, TCCs, monografias e teses;
- Adequação do ASUP para projetos utilizados em sala de aula, juntamente com as metodologias ativas.

Por fim, este trabalho buscou apresentar ao mundo científico as vantagens de integrar metodologias tradicionais e ágeis para alcançar melhores resultados no desenvolvimento de software conduzidos em instituições de ensino. Para isso, historicamente os métodos sempre surgiram de outros métodos e assim foram evoluindo, existindo o Scrum, o RUP e atualmente uma proposta diferente, o ASUP.

Referências

- Abramova, V., Pires, F., & Bernardino, J. (2016). Open Source vs Proprietary Project Management Tools. In: Rocha, Á., Correia, A., Adeli, H., Reis, L., Mendonça Teixeira, M. (eds) *New Advances in Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 444. *Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31232-3_31
- Arias O. E., Ferrá, M. De los A. L., & Curbelo, F. H. (2019). Estrategia para la evaluación orientada a la formación de la competencia trabajo virtual en equipo en docentes universitarios. Libro de Actas IN-RED 2019. 5º Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red, Editorial Universitat Politècnica de València, <https://doi.org/10.4995/INRED2019.2019.10346>

- Barbosa F. J., Marinho M. L. M., & Moura, P. H. (2021). Em Direção a um Modelo para Quantificação da Incerteza Epistêmica em Projetos de Software: uma Pesquisa-Ação. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E44), 67-83, <https://doi.org/10.17013/risti.44.67-83>
- Castilla, D. (2014). *A Hybrid Approach Using RUP and Scrum as a Software Development Strategy*. UNF Theses and Dissertations. 514. <http://digitalcommons.unf.edu/etd/514>. 2014.
- Dhir, S., Kumar, D., & Singh, V.B. (2019). Success and Failure Factors that Impact on Project Implementation Using Agile Software Development Methodology. In: Hoda, M., Chauhan, N., Quadri, S., & Srivastava, P. (eds) *Software Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing*, vol 731. *Springer*, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-8848-3_62
- Dingsøyr, T., Dybå, T., Gjertsen, M., Jacobsen, A. O., Mathisen, T. E., Nordfjord, J. O., Røe, K., & Strand, K. P. (2018). *Key lessons from tailoring agile methods for large-scale software development*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1802.05118>
- Guéhéneuc, YG. & Khomh, F. (2019). Empirical Software Engineering. In: Cha, S., Taylor, R. & Kang, K. (eds) *Handbook of Software Engineering*. *Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00262-6_7.
- Gonçalves, V., & Campos, C. (2018). *HCMBOK: The Human Change Management Body of Knowledge*. (3nd. ed.). CGC Press.
- Kaminski, P. (2019). *Redmine: Gerenciamento flexível de projetos*. Casa do Código
- Kuhrmann, M., Diebold, P., Münch, J., Tell, P., Garousi, V., Felderer, M., Trektore, K., McCaffery, F., Linssen, O., Hanser, E., & Prause, C. R. (2017). Hybrid Software and System Development in Practice: Waterfall, Scrum, and Beyond. *ICSSP'17*, Paris, France, ACM. <https://doi.org/10.1145/3084100.3084104>
- Mancl, D., & Fraser, S.D. (2019). XP 2019 Panel: Agile Manifesto – Impacts on Culture, Education, and Software Practices. In: Hoda, R. (ed) *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming – Workshops. XP 2019. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 364. *Springer*, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-30126-2_17
- Morandini, M., Coleti, T.A., Oliveira, E., & Corrêa, P.L.P. Considerations about the efficiency and sufficiency of the utilization of the scrum methodology: A survey for analyzing results for development teams *Comp. Sci. Rev.*, 39, e100314. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100314>
- Mirza, M. S., & Datta, S. (2019). Strengths and Weakness of Traditional and Agile Processes - A Systematic Review. *Journal of Software*, 14(5), 209–219, <https://doi.org/10.17706/jsw.14.5.209-219>

- Muñoz, M., Peralta, M., & Laporte, Y.C. (2019). Análisis de las debilidades que presentan las Entidades Muy Pequeñas al implementar el estándar ISO/IEC 29110: Una comparativa entre estado del arte y el estado de la práctica. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E34), 85-96. <https://doi.org/10.17013/risti.34.85-96>
- Serrat, O. (2019). *Knowledge Solutions*. <https://dois.org/10.1007/978-981-10-0983-9>.
- Shafiee, S., Wautelet, Y., Hvam, L., Sandrin, E., & Forza, C. (2020). Scrum versus Rational Unified Process in facing the main challenges of product configuration systems development. *J Syst Softw.* 170, 11073. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.110732>
- Sutherland, J. (2016). *Scrum : A Arte De Fazer O Dobro Do Trabalho Na Metade Do Tempo* (2a ed.). Leya.
- Stol, K. J., & Fitzgerald, B. (2018). The ABC of software engineering research. *ACM Trans Softw Eng Methodol*, 27(3), 1-51. <https://doi.org/10.1145/3241743>
- Wazlawick, S. (2019). *Engenharia de software: conceitos e práticas*. GEN LTC.

La importancia de la seguridad de la información en el sector público en Colombia

Erney Alberto Ramírez Camargo¹ Miguel Alberto Rincon Pinzon¹

erneyramirez@unicesar.edu.co; Miguelrincon@unicesar.edu.co

¹ Universidad Popular del Cesar.

DOI: 10.17013/risti.46.87-99

Resumen: El presente artículo nace como respuesta a la importancia que ha tomado en el sector público la protección de la información que se comparte con los usuarios en la búsqueda de una gestión basada en la transparencia que garantice procesos eficientes y oportunos que beneficien a todas las partes interesadas. En el documento se exploran el origen y fundamentos del Gobierno en Línea, así como su marco legislativo. De igual manera, realiza una descripción del significado de sector público y los alcances que han tenido las entidades que lo conforman en relación a la implementación de la estrategia digital, permitiendo además comparar el país con otros de la región de América Latina. Asimismo, el estudio hace énfasis en el nivel de cumplimiento del Gobierno Digital y Seguridad Digital de los municipios de sexta categoría que pertenecen al sur del Departamento del Cesar, evidenciando una baja capacidad de respuesta a los factores evaluados. Finalmente, se planean los aspectos que deben tenerse en cuenta para la puesta en marcha de la estrategia del Gobierno en línea, soportado en el Decreto 2693 de 2012 y que debe contener los componentes de: a) elementos transversales, b) información en línea, c) interacción en línea, d) transacción en línea, y d) democracia en línea.

Palavras-chave: Gobierno en línea, ISO 27001, sector público, TIC's.

The importance of information security in the public sector in Colombia

Abstract: This article is born as a response to the importance that the protection of information shared with users has taken in the public sector in the search for a management based on transparency that guarantees efficient and timely processes that benefit all interested parties. The document explores the origin and foundations of Online Government, as well as its legislative framework. In the same way, it makes a description of the meaning of the public sector and the scope that the entities that comprise it have had in relation to the implementation of the digital strategy, also allowing the country to be compared with others in the Latin American region. Likewise, the study emphasizes the level of compliance with the Digital Government and Digital Security of the sixth category municipalities that belong to the south of the Department of Cesar, evidencing a low response capacity to the evaluated factors. Finally, the aspects that must be taken into account for the implementation of the online Government strategy that must contain the

components of: a) transversal elements, b) online information, c) online interaction, d) online transaction, and d) online democracy.

Keywords: Online government, ISO 27001, public sector, TIC's

1. Introducción

La tecnología llegó para revolucionar la manera de hacer las cosas tanto en la cotidianidad como a nivel empresarial, haciendo que los procesos se reinventen y se vuelvan más eficientes. Es innegable que uno de los procesos que más se ha impactado es el proceso de comunicación, donde la información dejó de llevarse de manera física para ser digitalizada y almacenada en dispositivos y en el web, haciendo que se generen riesgos frente a su seguridad y los datos puedan ser vulnerados. En el presente artículo, se pretende realizar un análisis sobre la manera en que las empresas del estado, en especial las alcaldías municipales han incorporado herramientas que permiten garantizar la seguridad de la información que circula en un intercambio de entradas y salidas que son necesarias para dar cumplimiento a los diferentes procesos que se llevan a cabo en dichas entidades.

Dado lo anterior, conviene iniciar haciendo mención al sector público, siendo este el conjunto de instituciones que son administrados bien sea de manera directa o indirecta por el Estado colombiano y que se diferencian del sector privado porque prima la propiedad colectiva. En tal sentido, el Gobierno tiene la obligación de establecer procesos eficientes que garanticen además la transparencia en la ejecución de los mismos, con el fin de generar credibilidad entre la comunidad. Asimismo, en la búsqueda de una mejor prestación del servicio, tratando de disminuir la tramitología y fortalecer la oportunidad en su capacidad de respuesta, le ha apostado a la digitalización de los procesos a través de la prestación de servicios electrónicos que facilitan el registro, procesamiento y producción de información pública. Por tanto, se presenta el riesgo de que dicha información sea vulnerada y amenazada, llegando a comprometer su confidencialidad e integridad, y es por tal razón que el Gobierno viene implementando estrategias para la mitigación de dichos riesgos, como es la Resolución 500 de 2021 que establece los lineamientos y estándares para la estrategia de seguridad digital. Asimismo, existen normas como la ISO 27001 que brinda una serie de lineamientos y pautas para la puesta en marcha del Sistema General de Seguridad Informática y la ISO 27005 que establece las directrices para la gestión de riesgos de la seguridad la información.

Por lo dicho hasta aquí, las instituciones públicas tienen la obligación constitucional de proteger la información que se maneja de los ciudadanos, ya sean funcionarios públicos que contribuyen con el desarrollo del objetivo de la entidad pública o el usuario que llega a depositar sus datos personales en busca de acceso a la justicia o al gobierno en general, dado que existe peligro de difusión o mala utilización de los datos. La información es un activo vital dentro de cualquier institución, la seguridad de la información y la ciberseguridad está definidas por un compuesto de instrucciones y elementos, que tienen como misión brindar las tres características fundamentales de la misma las cuales son: disponibilidad, confidencialidad, integridad; implementar políticas de y controles de seguridad de los datos se ha convertido en un proceso de vital importancia para que las organizaciones mantengan salvaguardada sus sistemas ataques, daños o pérdidas.

Las entidades del orden público en la república de Colombia deben tener altos niveles de protección en el tratamiento de datos, desde la exigibilidad de la normatividad, toda vez que la posibilidad de vulneración de derechos fundamentales y en general de toda la gama de derechos que emergen de la constitución y del bloque de constitucionalidad.

2. Materiales y métodos

El propósito del artículo es identificar los aspectos relevantes de la seguridad de la información y el gobierno de TI en el sector público, en especial en las alcaldías municipales, siendo entonces necesario definir de manera concreta el planteamiento del problema, así como los objetivos a desarrollar con el estudio. El trabajo inicia con la exploración del tema central, es decir, el rol de la seguridad de la información en el sector público, a través de los autores más representativos que han expuesto sus teorías y los cambios a través del tiempo. Por tanto, se recurrió a la investigación documental mediante libros y artículos científicos que son referentes en lo concerniente al tema de estudio. El estudio obedece al tipo de investigación descriptiva, el cual permite que puedan analizarse de manera independiente las diferentes variables que intervienen en la seguridad informática (Hernández Sampieri, 2010). Como población objeto de estudio se estableció el conjunto de alcaldías de sexta categoría del Departamento del César, siendo en total 8. Como técnica para recopilación de la información que permitiera establecer el estado actual de estas entidades en relación a la seguridad de la información, se definió una lista de chequeo ISO inspirada en la ISO 27001:2013.

3. Resultados

3.1. Sector público colombiano

El sector público reúne todas aquellas instituciones o entidades que fueron creadas para cumplir con funciones administrativas orientadas a la satisfacción de las necesidades de los habitantes del país, cumpliendo así a cabalidad con la legislación que se rige a través de la Constitución Política de Colombia. De igual manera, se divide entre sector financiero y no financiero que se dedica a producir o suministrar bienes y servicios según sus funciones y se divide en gobierno general de la administración pública y empresas no financieras del Estado. El gobierno general de la administración pública está conformado por aquellas instituciones prestan servicios educativos, de justicia, defensa, etc., y sus recursos son provenientes del cobro de impuestos y otras contribuciones de carácter obligatorias aplicadas a la comunidad. En tanto que las empresas no financieras de estado son aquellas que producen y venden bienes y servicios y cuyos recursos se obtienen de los ingresos que generan.

3.2. La información del sector público

La información que se produce a nivel nacional en los estamentos públicos, es de vital importancia para el desarrollo de los diferentes procesos que se llevan a cabo para dar solución a las diferentes necesidades de la comunidad, es de recordar que dicha información se considera de carácter público y que de acuerdo a lo definido por la Constitución Política de Colombia todas las personas tienen derecho a su acceso cuando

así lo crean conveniente. Asimismo, en el afán de cumplir con uno de los principios del Estado que es la transparencia, se deben hacer públicos los procesos de contratación de bienes y servicios, a través de licitaciones abiertas, al igual que los informes de gestión y demás información concerniente a la gestión nacional (Campos Ramírez, 2017).

3.3. Legislación y estándares referentes a la Seguridad de la Información

Artículos de la constitución política de Colombia

Las entidades públicas, ministerios, gobernaciones, alcaldías, poseen bases de datos o sistemas de información de sus usuarios que puede ser vulnerada en caso que sus TI sean vulneradas, sin embargo, estas deben garantizar que esta información que sea de carácter reservada no vaya a ser publicada sin previa autorización o parte de su información pueda prestarse para exponerla a calumnias o difamaciones. En este sentido el artículo 15 de la CPC, determina como derecho de todos los colombianos a su intimidad personal y familiar y a su buen nombre, exigiendo además que el Estado los respete y haga respetar. Además de poder conocer, actualizar y rectificar las informaciones que se hayan recogido sobre ellas en los bancos de datos y en archivos de entidades públicas y privadas (Secretaría Senado, 2021).

En igual sentido se observa que el art. 12 de la Declaración Universal de los derechos humanos y el art. 11 de la Convención Americana de DDHH de 1969 protege la honra y la reputación de todos los seres humanos, estipulando el derecho de la protección de la ley contra injerencia o ataques.

- El artículo 20 de la Constitución política ampara los derechos de libre expresión y difusión de pensamiento y opiniones, además del derecho a la rectificación en condiciones de equidad. La TI se han convertido en un medio de difusión rápido, oportuno y universal para abrir la oportunidad a muchas personas que puedan participar y enterarse de la información que procesa el sector público (Secretaría Senado, 2021).
- La constitución política de Colombia ha definido en su artículo 75 el espectro electromagnético como un bien público inajenable imprescriptible, además garantiza el pluralismo informativo y la competencia, por tanto, las TI no son exclusivas del sector público, esto exige un mejor desempeño por parte de las entidades para que la información que producen sea de interés y atractiva para la comunidad.

Leyes relacionadas con el manejo de la información en Colombia

En el país se han definido una serie de normas que han procurado proteger la información y los datos de los ciudadanos, donde se pueden destacar las siguientes:

Ley 23 de 1982: hace referencia a la protección de los derechos de autor.

Ley 1273 de 2009: es una Ley que tiene como objetivo incluir penalizaciones para los delitos informáticos y, además, de igual manera, busca garantizar un adecuado proceso en relación al uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

Ley 1581 de 2012: Habeas Data: trata de la protección de datos personales, brindándole al usuario el poder de decidir sobre la exposición de información sensible, la cual debe

ser autorizada para que las empresas y entidades puedan disponer de ella y actualizarla en sus bases de datos.

Estrategia de Gobierno en línea

Recientemente el Ministerio de Tecnología y la Información estableció los criterios generales para la ejecución del MSPI (Modelo de Seguridad y Privacidad de la Información), la guía metodológica de gestión de riesgos de seguridad de la Información y el procedimiento para la gestión de incidentes de seguridad lógica, y, establecer los estándares a aplicar para la estrategia de seguridad digital, a través de la Resolución 500 de 2021. Esta reglamentación trae a los municipios a través de sus Alcaldías a mejorar los procesos que involucran la TI puesto que deben adoptar la estrategia de seguridad digital en la que se integren los principios, políticas, procedimientos, guías, manuales, formatos y lineamientos para la gestión de la seguridad de la información digital (Mintic, 2020).

Norma ISO 27001: Sistemas de Gestión de Seguridad de la Información (SGSI)

Esta norma creada en el año 2005 tiene como finalidad establecer un modelo para la implementación y administración de un sistema de gestión para la seguridad de la información, con énfasis en procesos, análisis de riesgos y formulación de controles que contribuyan a la protección de los datos y mitiguen los riesgos existentes. Es de resaltar que dicha norma fue tomada en cuenta por el Estado para formular su estrategia de Gobierno en Línea, en su última versión que es del año 2013 y que pone su foco en el diagnóstico tomando en consideración el contexto para establecer tanto los factores externos e internos que pueden impactar en la gestión de la información. Es de resaltar que la implementación de la ISO 27001 permite controlar riesgos tales como la violación de datos personales, el vandalismo, el crimen cibernético, ataques de virus, entre otros; asimismo, resulta ser compatible con otros sistemas de gestión como bien puede ser la ISO 9001, y es independiente de la plataforma de tecnología de la información (Magazcitur, 2013).



Figura 1 – Elementos de la ISO 27001
Fuente: Magazcitur (2013)

Norma ISO 31000:2009. Gestión de Riesgos

Señala una familia de normas sobre Gestión del riesgo en normas codificadas por la organización International Organization for Standardization. El propósito de la norma ISO 31000:2009 es proporcionar principios y directrices para la gestión de riesgos y el proceso implementado en el nivel estratégico y operativo. El propósito de la norma ISO 31000:2009 es aplicar y adaptar al público, cualquier empresa pública o privada, comunidad, asociación, grupo o individuo.

Para una eficaz gestión del riesgo en las organizaciones, la ISO 31000 determina los siguientes principios básicos:

- Crea valor.
- Está integrada en los procesos de una organización.
- Forma parte de la toma de decisiones.
- Trata explícitamente la incertidumbre.
- Es sistemática, estructurada y adecuada.
- Está basada en la mejor información disponible.
- Está hecha a medida.
- Tiene en cuenta factores humanos y culturales.
- Es transparente e inclusiva.
- Es dinámica, iterativa y sensible al cambio.
- Facilita la mejora continua de la organización.

3.4. Situación actual de las alcaldías municipales de sexta categoría del Departamento del César

Los municipios de Colombia se categorizan de acuerdo a su demografía, sus ingresos corrientes de libre destinación y situación geográfica, tal como lo establece el decreto 2106 de 2019 (SUIN, 2019), específicamente en su artículo 153; definiendo además tres grupos, así: Grandes municipios, municipios intermedios y municipios básicos; en este último grupo se tienen los de quinta y sexta categoría. Siendo la sexta categoría la última en clasificación de los municipios, es importante aclarar cuáles son sus características, respecto a la población tienen diez mil (10.000) o menos habitantes y en proporción a sus ingresos corrientes de libre destinación en la vigencia fiscal, éstos no son superiores a quince mil (15.000) SMLMV, equivalentes para la vigencia 2021 a trece mil millones seiscientos veintisiete mil ochocientos noventa pesos corrientes (\$13.627.890.000 MCT) (Contaduría General Nación, 2021).

De los 25 municipios que el departamento del Cesar posee, son ocho los localizados en la zona Sur (Aguachica, Gamarra, González, La Gloria, Pelaya, Río de Oro, San Alberto, San Martín) y de estos seis se encuentran en sexta categoría. A pesar que estos municipios presentan menos ingresos para cubrir sus obligaciones legales y satisfacer las necesidades de sus comunidades, a sus alcaldías le son atribuibles iguales retos en su desempeño institucional; entre las cuales se encuentran las actividades y funciones de la TI. En los tiempos actuales, es decir, en toda la era de desarrollo de las ciencias computacionales el activo vital más importante de cualquier organización es la información, debido al gran auge que ha tenido las áreas relacionadas, las tecnologías de información en la actualidad cumple un rol cada vez más importante en cualquier organización tanto del sector público o privado alrededor del mundo (Marulanda, 2017),

es por ello que la automatización de la información para las organización, ha venido creciendo gradualmente en las últimas años, lo cual ha provocado que las mismas sean cada vez más efectivas y fructíferas (Baena., 2015).

Según el artículo de colaboración de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de Lima Perú, en el año 2019, se han identificado cinco factores que inhiben la implementación del Gobierno de las TI: la falta de comunicación, el inadecuado involucramiento de los interesados, la falta de principios y políticas claros de Gobierno de TI, la falta de procesos, e inadecuado soporte de recursos financieros.

En Colombia, la Función Pública evalúa el desempeño de las entidades, apoyado en un Modelo Integrado de Gestión y Desempeño, que se encuentra conformado por 7 dimensiones y 18 políticas, entre las cuales se encuentran las de Gobierno Digital y Seguridad Digital, teniendo como finalidad desarrollar acciones encaminadas al fortalecimiento de las TIC's (Correa Ortiz, Toro García, & Gutiérrez Vargas, 2020). Tomando en consideración una evaluación realizada en el año 2020 a los seis municipios que conforman la subregión sur del departamento del Cesar y que se encuentran catalogados como municipios de sexta categoría, se tienen los siguientes resultados en relación a las políticas de Gobierno y Seguridad Digital (Función Pública, 2020):

Municipio	Gobierno Digital	Seguridad Digital
Gamarra	40,8	60,7
González	61,4	49,1
La Gloria	72,6	66,6
Pelaya	66,7	71
Río de Oro	37,9	32,5
SAN ALBERTO	58,9	64,4

Fuente: Función Pública (2021)

Tabla 1 – Medición de políticas de Gobierno de Seguridad Digital de la vigencia

Estos resultados evidencian la baja capacidad de dichos municipios en su estructura de TI y en los mecanismos de Seguridad Digital. Cabe además mencionar que dentro de los factores que más influyen en estos deficientes resultados, se encuentra el desconocimiento de políticas y normas de Seguridad de la Información y de los riesgos de TI (Arévalo Ascanio, 2016). En tal medida, puede establecerse que las alcaldías no han adoptado en su totalidad los lineamientos definidos por el Gobierno Nacional como es el El estándar de Seguridad y Privacidad de la Información (MSPI), el cual se encuentra organizado con el Marco de Referencia de Arquitectura TI y soporta transversal los otros componentes de la Estrategia GEL: TIC para Servicios, TIC para Gobierno Abierto y TIC para Gestión (Mintic, 2014). Asimismo, el Gobierno Nacional en el año 2014 definió el Modelo de Gestión IT4+, sin embargo, este no tuvo el impacto esperado en sus niveles de implementación, debido a la escasa capacitación y la falta de recursos para desarrollar las actividades requeridas.

3.5. Aspectos a tener en cuenta para la implementación del Gobierno en Línea

El Gobierno en Línea en el país tiene sus orígenes a comienzos del siglo XXI, como una respuesta a la llegada de la tecnología para el fortalecimiento de los procesos en las instituciones, logrando además la modernización de la infraestructura digital de las entidades públicas bajo los principios de eficacia, eficiencia, responsabilidad y transparencia, que garanticen el manejo de la información de manera flexible y segura, propiciando además la prestación de servicios de calidad, de manera oportuna y asequible para los ciudadanos a través de los servicios en línea y la disposición de la información para que sea consultada por la comunidad cuando lo consideren conveniente. Es importante resaltar que la puesta en marcha del Gobierno en Línea requiere la alineación con otras estrategias estatales tales como la Política de Rendición de Cuentas a la Ciudadanía, la Política Nacional Anticorrupción, la Política Nacional de Archivo y Gestión Documental, entre otras.

En cuanto a las experiencias de América Latina, el 73% de los países cuentan con una estrategia de Gobierno en Línea, sin embargo, menos del 30% de los trámites pueden hacerse enteramente en línea, y únicamente el 7% de los ciudadanos realizó en línea su último trámite con el gobierno.

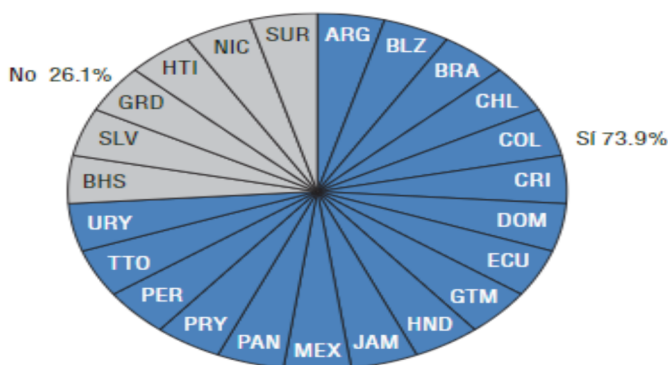


Figura 2 – Existencia de una estrategia nacional de gobierno digital o uso de TIC en el sector público

Fuente: OCDE 2015 Encuesta sobre desempeño de Gobierno Digital (2015)

No obstante, cabe destacar los beneficios que se obtienen con la implementación de dicha estrategia, encontrando que países como Brasil han ahorrado más de 200 millones de dólares al año sólo a través del recaudo electrónico del Impuesto de Propiedad de Vehículos Automotores (Banco Interamericano de Desarrollo, 2017). En general, las estrategias digitales implementadas en esta región, obedecen a servicios públicos generales como son el otorgamiento de licencias, permisos, certificados, etc., sin embargo, existen países como Chile, Uruguay y Colombia que han sido más ambiciosos en su estrategia digital y que han incluido servicios como educación y salud.

Pese a que como se mencionó anteriormente para Colombia, existen municipios como los del Departamento del Cesar, que no evidencian un alto desarrollo del Gobierno y Seguridad Digital, el país ha mostrado avances importantes, tanto así que ha tenido reconocimiento por parte de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), quien evalúa los niveles de digitalización, los progresos en la prestación de servicios públicos online, la participación electrónica y la disponibilidad de datos abiertos, para finalmente asignar un puesto entre los países que son miembros, teniendo que el país para el año 2016 ocupó el lugar número 24 con una valoración de 52 puntos (Rivera Martínez, Sotelo Muñoz, & Quiñonez Zúñiga, 2021).

Dado lo anterior y con el ánimo de fortalecer los resultados obtenidos en relación a la implementación de la estrategia Gobierno en Línea, el Ministerio TIC desde la expedición del Decreto 1151 de 2008 ha establecido los Manuales para la Implementación de la Estrategia de Gobierno en Línea, los cuales son concebidos como herramientas de autoayuda, que buscan proporcionar a las entidades públicas, y a los privados que ejercen funciones administrativas, el enfoque, lineamientos y herramientas de apoyo que faciliten sus avances y mejoras, ya sea a través de las directrices incluidas en el mismo o mediante documentos complementarios a los que se hace referencia en el Manual. De igual manera, en el año 2021 se implementó como nueva estrategia para promover la implementación del Gobierno en Línea, soportado en el Decreto 2693 de 2012 y que contempla los siguientes elementos:

Elementos Transversales:

Hace referencia a todas las actividades que deben implementarse para identificar los grupos de interés y cuáles son sus necesidades con el fin de satisfacer sus requerimientos, teniendo en cuenta que debe realizarse un análisis periódico ya que sus intereses pueden variar en el tiempo. Asimismo, se busca que las entidades cuenten con una caracterización actualizada de la infraestructura tecnológica y establezcan un plan de ajuste permanente. Se reconoce también dentro de este componente, la importancia de que las entidades definan una política de seguridad que sea objeto de mejora continua y que tenga como objetivo principal la incorporación del Gobierno en Línea como parte esencial de los procesos de la organización, logrando que haga parte de su cultura y de una visión compartida con los funcionarios. Se determinan como actividades esenciales en este componente las siguientes:

- Institucionalizar la Estrategia de Gobierno en línea
- Centrar la atención en el usuario
- Implementar un sistema de gestión de Tecnologías de Información
- Implementar un sistema de gestión de seguridad de la información (SGSI)

Información en línea:

Este componente tiene como finalidad garantizar que las entidades ponen a disposición de la comunidad información relacionada con su planeación estratégica (misión, visión, valores, políticas, etc.) así como los diferentes servicios que ofrece, y todo lo relacionado con su quehacer, garantizando que dicha información cumpla con los estándares de seguridad y de fácil accesibilidad por parte de los usuarios. Las actividades de este componente están concentradas principalmente en dos aspectos:

- Publicación de información
- Publicación de datos abiertos

Interacción en línea:

Propicia la generación de procesos que faciliten la comunicación e interacción entre los funcionarios, comunidad y empresas, al igual que se presentan mecanismos de consulta en línea que fortalezcan las relaciones entre las entidades del estado y los usuarios, brindando mecanismos que ayuden a un mayor contacto y resolución de requerimientos. Las actividades están concentradas en dos aspectos: 1. Habilitar espacios electrónicos para interponer peticiones y 2. Habilitar espacios de interacción.

Transacción en línea:

Hace referencia al conjunto de actividades necesarias para que las instituciones puedan poner a disposición de la comunidad la prestación de servicios en línea, que empieza desde la solicitud del requerimiento hasta obtener el producto esperado, eliminando la tramitología y documentación que se exigían con anterioridad y que hacía que los procesos fueran más demorados. La actividad a adelantar por parte de las entidades para dar cumplimiento al Componente de Transacción en línea está relacionada principalmente con la posibilidad del ciudadano de realizar trámites y servicios en línea, lo cual implica:

- Formularios para descarga y/o diligenciamiento en línea
- Expedición en línea de certificaciones y constancias,
- Automatización de trámites y servicios
- Ventanillas Únicas Virtuales
- Pagos en línea
- Uso de firmas electrónicas y digitales

3.6. Metodología para implementar el Gobierno en Línea

La Estrategia de Gobierno en Digital debe ser incorporada por parte de las entidades de forma transversal dentro de sus planes de desarrollo y estratégicos sectoriales e institucionales, y anualmente dentro de los planes de acción, en donde se deben definir las actividades, responsables, metas y recursos presupuestales que les permitan dar cumplimiento a los lineamientos que se establecen en el Decreto de Gobierno en línea y en los Manuales para la implementación de la Estrategia. En tal sentido, el Gobierno en Línea se encuentra incluido en el Modelo Integrado de Planeación y Gestión como una herramienta dinamizadora para el cumplimiento de las metas de las Políticas de Desarrollo Administrativo, las cuales permiten enmarcar el quehacer misional y el de apoyo, tomando como referentes las metas de Gobierno establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y las competencias normativas asignadas a cada entidad. Para orientar la planeación de la Estrategia de Gobierno en Digital, el MINTIC ha definido pesos ponderados para cada una de las actividades contenidas en los Componentes de la Estrategia antes mencionados, según la importancia para su desarrollo. Igualmente ha establecido unos plazos para la implementación de la Estrategia y unos porcentajes mínimos de avance para los diferentes grupos de entidades que conforman la administración pública, desde el año 2018 hasta el año 2023 para entidades del orden nacional y desde el año 2018 hasta el año 2022 para entidades del

orden territorial. Estas actividades y respectivos pesos están plasmadas en la versión 3.1 del Manual para la Implementación de la Estrategia de Gobierno en línea. Los plazos para la implementación de la Estrategia establecidos en el Decreto 2693 de 2012 de Gobierno en Digital son los siguientes:

- A. Para alcaldías de categoría cuarta, quinta y sexta, la administración pública y demás sujetos obligados en el mismo orden, clasificación a la cual pertenecen las alcaldías de sexta categoría del sur del Departamento del Cesar son:

Año	Información en línea	Interacción en línea	Transacción en línea	Transformación	Democracia en línea	Transversales
2013	40%	25%	15%	15%	40%	35%
2014	55%	50%	35%	35%	65%	60%
2016	80%	75%	70%	60%	95%	85%
2017	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Decreto 2693 de 2012.

Tabla 2 – Plazos implementación Decreto 2693 de 2012

De igual manera, las entidades deben garantizar que realizan las acciones oportunas para realizar el monitoreo y evaluación del cumplimiento de la Estrategia de Gobierno en Digital, igualmente deberán adelantar las mediciones de impacto del uso y beneficio del Gobierno en Digital en sus usuarios, lo anterior de acuerdo con las metodologías y lineamientos respectivos definidos por el Ministerio TIC. Asimismo, y como complemento a la tarea de autoevaluación realizada por cada entidad, el Ministerio TIC debe adelantar acciones que permitan medir el avance en la implementación de la Estrategia de Gobierno en digital, así como el uso, calidad e impacto de la prestación de los más importantes trámites y servicios. Como consecuencia de este proceso de monitoreo, evaluación y seguimiento adelantado por cada ente territorial y por el Ministerio TIC, el Ministerio publica periódicamente el Índice de Gobierno en Digital, instrumento cuantitativo construido para la medición de avances de las entidades en la implementación de la Estrategia Gobierno en Digital. Asimismo, pueden establecerse los niveles de madurez que determinan el estado de evolución de la implementación de la estrategia y sirven como referente para establecer el avance en términos generales en cada uno de los componentes:

Nivel	Descripción
Inicial	Nivel en el cual se cuenta con las condiciones institucionales en términos tecnológicos, humanos, normativos, presupuestales y de planeación para habilitar cada uno de los componentes.
Básico	Nivel en el cual hay evidencia de la prestación de trámites y servicios en línea. Existe entendimiento dentro de la entidad pública sobre los objetivos y beneficios del uso de las tecnologías y las comunicaciones en la apertura de información en los procesos administrativos y en la interacción y prestación de servicios eficientes a los usuarios y ciudadanos que han sido caracterizados.

Nivel	Descripción
Avanzado	Nivel en el cual se masifica la prestación de trámites y servicios en línea de acuerdo con las necesidades identificadas de los ciudadanos y usuarios. El Gobierno en Línea está institucionalizado, es parte de la rutina diaria y la cultura del sujeto obligado y los procesos de rendición de cuentas y participación ciudadana en línea para la toma de decisiones que se realiza con frecuencia.
Mejoramiento permanente	Nivel en el cual hay interiorización, innovación y réplica de experiencias exitosas en cuanto al Gobierno en Línea. La entidad cuenta con datos abiertos a partir de los cuales se han generado servicios de valor agregado para los ciudadanos; implementa permanentemente acciones de mejora para garantizar la satisfacción de las necesidades de sus usuarios y de la ciudadanía en general, tanto en la prestación del servicio como en la discusión de políticas y promoción del control social.

Fuente: MinTic

Tabla 3 – Niveles de madurez de la estrategia de Gobierno en Línea

4. Conclusiones

Las empresas del Estado requieren fortalecer sus procesos con la incorporación de herramientas tecnológicas que además de proveer rapidez, flexibilidad y oportunidad a los usuarios, también garantice la protección de la información que se intercambia. Debe reconocerse el avance que el país ha tenido en la implementación de la estrategia de Gobierno en Línea, sin embargo, falta camino por recorrer para alcanzar altos estándares en la seguridad de la información y en la reducción del papeleo que ha sido característico del sector público. Asimismo, es importante que se apunte al desarrollo de competencias digitales para los servidores públicos, al igual que la creación de estrategias que permitan atraer y desarrollar talento humano creativo y con conocimientos específicos que aporten al desarrollo de los procesos de innovación tecnológica.

Es importante además, crear una cultura digital no solo entre los funcionarios, sino entre la comunidad, logrando que los procesos sean más amigables, reconociendo que la aplicación de la tecnología ya no es una opción sino un requisito en el camino hacia el logro de organizaciones competitivas que presten servicios de calidad a sus usuarios, reconociendo que estos también son actores principales en la relación que debe darse entre el estado y la comunidad para alcanzar mayores niveles de interacción y fomentar la confianza y transparencia como principios fundamentales del sector público.

Referencias

Arévalo Ascanio, J. G. (2016). *Documentación del sistema de seguridad de la información bajo los requisitos de la norma NTC/ISO/IEC 27001:2013*. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/13373/T658.562%20A321.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). *Panorama de las Administraciones Públicas América Latina y el Caribe 2017*. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Panorama-de-las-Administraciones-P%C3%BAblicas-Am%C3%A9rica-Latina-y-el-Caribe-2017.pdf>
- Campos Ramírez, J. F. (2017). *Seguridad de la información en el sector público colombiano*. Universidad Piloto de Colombia: <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00002657.pdf>
- Contaduría General Nación. (2021). *Categorización de los municipios*. <https://www.contaduria.gov.co/balance-general-y-otros-informes>
- Correa Ortiz, L. C., Toro García, A. F., & Gutiérrez Vargas, C. C. (2019). *Estrategia de gobierno digital para la construcción de Estados más transparentes y proactivos*. Instituto Tecnológico Metropolitano: <https://www.redalyc.org/journal/5343/534367793009/>
- Función Pública. (2020). *Medición del desempeño institucional*. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZGE2MzQ1YTQtYWV3ZCooYTdiLWJkY2ItNzI2YmU3YzQ1ZTk5IiwidCI6IjU1MDNhYWMyLTdhMTUtNDZhZi1iNTIwLTJhNjc1YWQxZGYxNiIsImMiOiJ9&pageName=ReportSection396d1cd03a850a004c5>
- Magazcitur. (2013). *Estructura del nuevo estándar ISO/IEC 27001:2013*. http://www.magazcitur.com.mx/?p=2397#.VXdLP M9_NBc
- Mintic. (2020). *Modelo de gestión*. <https://mintic.gov.co/arquitecturati/630/w3-propertyvalue-8158.html#modelogestion>
- Mintic. (2020). *Resolución 500 de 2021*. https://normograma.mintic.gov.co/mintic/docs/resolucion_mintic_0500_2021.htm#:~:text=Por%20la%20cual%20se%20establecen,la%20pol%C3%ADtica%20de%20Gobierno%20Digital
- Mintic. (2020). *Gestión IT4+*. <https://mintic.gov.co/gestion-ti/Gestion-IT4>
- Rivera Martínez, W., Sotelo Muñoz, A. M., & Quiñonez Zúñiga, C. (2021). *Implementación de gobierno en línea: factores que inciden en el caso del municipio de Balboa*. REOALCEI. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8118942>
- Secretaría Senado. (2021). *Constitución Política de la República de Colombia*. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- SUIN. (2019). *Decreto 2106 DE 2019*. http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=30038501#ver_30205980

La inteligencia artificial en la Psicología: nuevos enfoques para la detección de las declaraciones falsas

Josue R. Altamirano-Yupanqui^{1,2}, Augusto Bernuy-Alva³

ruben.altamirano@hotmail.com; abernuya@usmp.pe

¹ Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), CP 15081, Lima, Perú.

² Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), CP 15333, Lima, Perú.

³ Universidad de San Martín de Porres (USMP), CP 15009, Lima, Perú.

DOI: 10.17013/risti.46.100-111

Resumen: Las mentiras a través de las declaraciones falsas tienen consecuencias negativas por los daños y perjuicios a personas e instituciones inocentes que son involucradas o por los beneficios indebidos que persiguen ciudadanos deshonestos. En las investigaciones las declaraciones son utilizadas para obtener información sobre los hechos y la detección temprana de su falsedad representa un desafío. Los instrumentos que dispone el profesional de psicología para detectar la falsedad tienen altas tasas de error y con mucho retraso en brindar resultados debido al estudio individual de los implicados. Proponemos nuevos enfoques basados en inteligencia artificial como un nuevo mecanismo a las técnicas psicológicas existentes para la detección temprana de la falsedad en las declaraciones escritas. Los resultados preliminares demuestran la viabilidad de la Inteligencia Artificial para la predicción de la falsedad, lo que permitirá que el profesional de psicología disponga de nuevas herramientas en el proceso de la detección de mentiras.

Palabras-clave: declaraciones falsas; inteligencia artificial; procesamiento de lenguaje natural; psicología.

Artificial intelligence in Psychology: new approaches for the detection of false statements

Abstract: Lies through false statements have negative consequences because of the damages to innocent people and institutions that are involved or because of the undue benefits pursued by dishonest citizens. In investigations, statements are used to obtain information about the facts and the early detection of their falsity represents a challenge. The instruments available to the psychology professional to detect falsehood have high error rates and a long delay in providing results due to the individual study of those involved. We propose new approaches based on artificial intelligence as a new mechanism to existing psychological techniques for the early detection of falsity in written statements. The preliminary results demonstrate the viability of Artificial Intelligence for the prediction of falsehood, which will allow the psychology professional to have new tools in the process of lie detection.

Keywords: false statements; artificial intelligence; natural language processing; psychology

1. Introdução

La declaración falsa, incompleta o distorsionada de la verdad generan el falso testimonio. Históricamente el falso testimonio (Burgos, 2010) tiene origen en el derecho romano castigándose con dureza la declaración testimonial falsa, similarmente en el derecho canónico quien lo realizaba estaba cometiendo un triple crimen: contra Dios, contra la sociedad y contra la persona perjudicada con el falso testimonio. En el Tahuantinsuyo, el gran imperio incaico que comprendió gran parte del territorio de Sudamérica, los preceptos quechuas: Ama Sua (No seas ladrón), Ama Llulla (No seas mentiroso) y Ama Quella (No seas flojo), consideraban a la mentira como falta grave. En la actualidad, a nivel mundial existen castigos severos y ligeros establecidos en los códigos de justicia de diferentes países. En una revisión de castigos de al menos 24 países (Rey et al., 2019) encontró diferencias, en algunos establecían penas de prisión de hasta 12 o 15 años y en otros la pena máxima más grave era de 3 años. Actualmente las declaraciones falsas siguen generándose por las personas, sea por desconocimiento de que hacerlo representa un delito o porque a sabiendas de que lo están cometiendo consideran que no serán detectados.

La presente investigación tiene por objetivo proponer nuevos enfoques de detección de mentiras en declaraciones escritas como método no invasivo y silencioso que permita al profesional de psicología disponer de nuevas herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA). Por ejemplo el medir la actitud de las personas utilizando instrumentos psicológicos como cuestionarios (Snyman & Kruger, 2017), se perturba el real comportamiento. Consecuentemente el ciudadano deshonesto se alerta de que existe un control y por tanto busca alternativas de como burlarlo. Planteamos el modelo de detección de mentiras en declaraciones escritas basadas en la IA, para lo cual se elaboró una estrategia de obtención de datos que consistió en declaraciones escritas de voluntarios que participaron en la presente investigación.

El presente estudio es motivado por el aporte y utilidad que puede significar al conocimiento de los profesionales y académicos. Disponer de nuevos enfoques desde la perspectiva de una disciplina sobre otra permitirá generar nuevo conocimiento interdisciplinario para la creación de modelos que detecten la falsedad en declaraciones escritas en forma inmediata.

2. Trabajos relacionados

En general, las declaraciones se generan antes y durante un proceso civil o penal. En sus inicios son conocidas como denuncias policiales y en el proceso penal tienen diferentes nombres como por ejemplo testimonios, declaraciones del imputado, declaraciones del testigo, declaraciones del agraviado, etc. (ver Figura 1). Estas declaraciones sirven para el análisis de los hechos o para las investigaciones en el lugar de los hechos.

En las etapas previas de un proceso civil o penal, el ciudadano agraviado o que se considera como tal presenta una declaración en las Comisarias o en el Ministerio

Público, dicha declaración será llamada denuncia. El personal que recibe las declaraciones carece de las herramientas que identifique inmediatamente cuando una declaración del denunciante ha sido narrada con la verdad, si ha mentido, si ha distorsionado o modificado los hechos, sea por un acto involuntario o premeditado. Por ejemplo, denuncias con declaraciones falsas por el robo de un bien con el fin de obtener beneficios del seguro o en los casos que se incriminan a personas inocentes como un acto de venganza o revanchismo enfermizo. La veracidad del contenido de una declaración ocurre después que se ha culminado el proceso de investigación. Según (Geven et al., 2020) las consecuencias de la falsedad pueden ser perjudiciales cuando no se reconocen correctamente como tales.

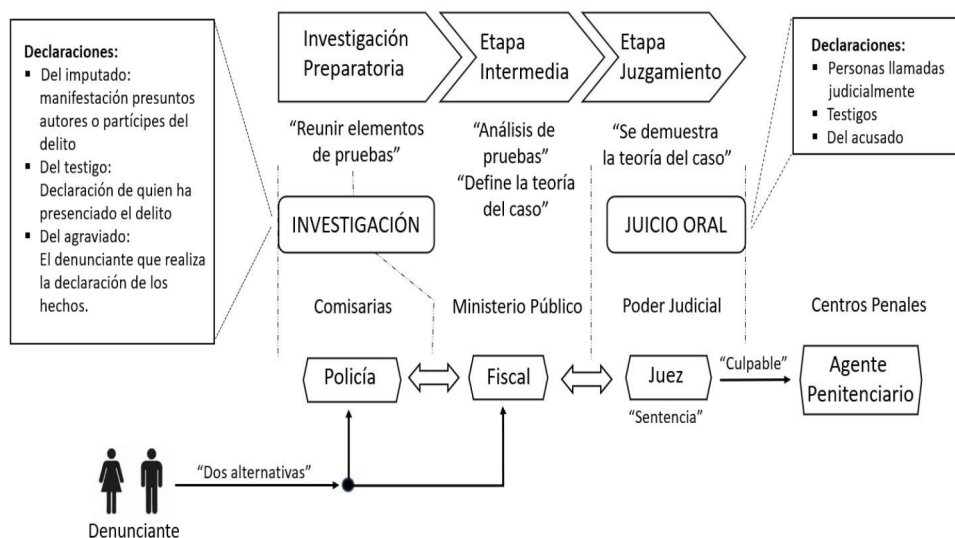


Figura 1 – Las declaraciones en el proceso penal, adaptado de (Figuerola Casanova, n.d.) (Mpf, 2017) (Mpf, n.d.) (Zapata & Viviano, 2019) (Pmsj, 2012)

Las declaraciones falsas tienen repercusiones negativas. En primer lugar, genera pérdidas económicas al gobierno por el tiempo, logística empleada y asignación de recursos humanos como policías, jueces, fiscales, psicólogos, etc., necesarios para el proceso de investigación o para el proceso judicial. En segundo lugar, generan consecuencias negativas a la reputación o pérdidas económicas de empresas o personas inocentes que se ven implicadas. En tercer lugar, incrementan la inseguridad ciudadana debido a que el personal policial es ocupado en las tareas de investigación.

2.1. Detección del engaño desde la experiencia del uso de la psicología

La investigación sobre la mentira se ha centrado principalmente en la búsqueda de los indicios del engaño que permiten detectar la mentira de forma eficaz, distinguiéndose cuatro grupos de indicadores objetivos de la mentira: fisiológicos, conductuales,

paraverbales y del mensaje verbal (Hernández-Fernaudo & Alonso-Quecuty, 2004). Para determinar la credibilidad de un testimonio (Günter Köhnken, 2015) analizó la aplicabilidad y limitaciones del Statement Validity Assessment (SVA) concluyendo que el SVA posee fortalezas, debilidades y limitaciones que deben ser consideradas para una correcta aplicación. En los trabajos donde el fenómeno de la detección de la mentira ha sido investigado directa o indirectamente, para (Sánchez et al., 1995) la precisión de los jueces experimentados no superan los valores esperados por azar, entre el 40 y el 60 por ciento. En ese sentido no es extraño las historias de inocentes condenados a prisión por un crimen que no cometieron.

Por otro lado, los trabajos de laboratorio de la Psicología del Testimonio para (Ibabe Erostarbe, 2000) han sido criticados por la posibilidad de diferencias entre los testimonios de laboratorio y los reales debido a que las situaciones emocionales de la vida real y sus implicaciones en las personas no se pueden simular. Esta situación puede estar creando limitaciones en nuevos desarrollos para incrementar el grado de confiabilidad y aciertos en la detección de testimonios falsos y disminuir el tiempo empleado en dichos procesos. Siendo el testimonio el más fácil y común medio de obtener información, y pudiendo resultar de él tanto la condena de un inocente como la absolución de un culpable (Lemoine, 1967). Se requiere la apertura de nuevos enfoques interdisciplinarios que permita la detección de los testimonios falsos.

2.2. Avances del uso de la inteligencia artificial

Existen mucha literatura en el área de la Inteligencia Artificial (IA) que anuncian grandes avances en el tratamiento de texto. Por ejemplo, en la detección de informes de robos verdaderos o falsos basados en el engaño verbal registrados en la redacción del informe policial de España, para (Quijano-Sánchez et al., 2018), consideraron un caso de detección y clasificación de textos utilizando una metodología que combinó algoritmos de procesamiento del lenguaje natural (PLN), métodos de selección de características y algoritmos de clasificación de Machine Learning (ML) para proponer un modelo de detección de denuncias falsas que denominaron Veripol, señalando que presenta un error de clasificación errónea muy bajo, inferior al 9%, mientras que los policías expertos mostraron un error del 25%, aproximadamente. En un segundo caso, la detección de perfiles de twitter fraudulentos (Albahar, 2019) presenta un modelo donde analiza el contenido de los tweets que es texto no estructurado, utilizando los conceptos de procesamiento del lenguaje natural (PLN) obteniendo una precisión promedio del 95% de acierto. En un tercer caso, en la extracción automatizada de los tipos de abuso y tipos de lesiones sufridas por las víctimas de violencia doméstica en las narrativas registradas por la Fuerza Policial de Nueva Gales del Sur, (Karystianis et al., 2018) empleó el método de text mining diseñando e implementando patrones de expresión del lenguaje basados en reglas combinados con términos de diccionario para el reconocimiento de tipos de abuso y lesiones de las víctimas a nivel narrativo obteniendo un modelo con una precisión del 90.2% y 85.0% para los tipos de abuso y lesiones respectivamente. Estos casos presentados tienen una característica en común que es la de identificar patrones para detectar el delito por medio del análisis del texto escrito a través de técnicas de IA en particular del PLN.

2.3. Nuevo paradigma para detectar el engaño en las declaraciones

En la detección de mentiras se emplean técnicas de la psicología que permiten obtener información relevante y su interpretación puede ser subjetiva. Por otro lado, el desarrollo de la IA ha demostrado precisiones razonables en diferentes modelos de análisis de datos como la detección de mentiras en narrativas.

En la psicología forense los aspectos psicológicos de la persona son materia de preocupación por las implicancias en la declaración testimonial (Solís Espinoza, 2000) y su análisis generalmente es centralizado a dicha persona. Para la IA la diferencia fundamental con la del enfoque psicológico es utilizar las declaraciones históricas para construir un modelo de identificación de patrones que permitan la detección de declaraciones falsas.

Las declaraciones, ver Figura 1, sean escritas o transcripciones verbales contiene texto libre y son datos no estructurados debido a que es la narrativa sobre los hechos. El paradigma propuesto es analizar con IA la parte no estructurada de estas declaraciones con la finalidad de detectar patrones de engaño.

3. Metodología

Nos interesa identificar la mentira dentro de un proceso complejo donde la persona construye una historia que según (Blandón-Gitlin et al., 2017) las operaciones mentales del mentiroso para construir y contar su historia son muy distintas respecto a la persona sincera por lo que construir una historia falsa es más complejo que describir los hechos vividos. En ese sentido, para la recolección de datos se han realizado encuestas abiertas para obtener narrativas de declaraciones verdaderas y falsas debido a la restricción que representa obtenerlas directamente de las denuncias policiales por la protección de los datos personales. En la primera encuesta abierta, se obtiene las declaraciones falsas solicitándole al participante que relate un caso inventado de robo, agresión física o agresión psicológica. En la segunda encuesta abierta, se obtiene la declaración verdadera, se solicitó al participante que relate un hecho real sobre robo, agresión física o agresión psicológica. En la tercera encuesta abierta, se solicitó al participante que lea un relato preparado sobre un caso de robo y el participante debía de tergiversar el relato original con la finalidad de obtener un beneficio indebido. Esta última narración correspondería a las declaraciones falsas. Se obtuvieron un total de 69 declaraciones escritas, donde 24 declaraciones son verdaderas y 45 declaraciones son falsas.

3.1. Modelo de predicción utilizando IA

En el análisis textual de las declaraciones obtenidas, existen situaciones a considerar, para (Sciforce, 2019) la exactitud o inexactitud gramatical no siempre se correlaciona con la validez de una frase, argumenta que existen frases gramaticalmente correctas, pero sin sentido como las que cita como ejemplo: “las ideas verdes incoloras duermen furiosas” que no expresan algún significado, que en contraparte a una oración con errores gramaticales puede contener un mensaje válido. En ese sentido, el lenguaje escrito contiene muchas formas de expresar información no necesariamente en un sentido estricto de una estructura gramaticalmente válida, sino que esta información

se enmarca más en el contexto de la oración, ósea en la semántica. Sin embargo, para fines de la presente investigación, se considera que no existe ironía en las declaraciones policiales, por lo que se excluye el análisis pragmático en el contenido del texto (casos de sarcasmos).

Se siguió la siguiente secuencia para la creación del modelo de predicción: primero, la normalización de la data por cada declaración fue realizada mediante la eliminación de signos de puntuación, números, stopwords, stemming y la conversión a minúsculas. Se utilizó la librería NLTK en Python que es un conjunto de algoritmos para el procesamiento de lenguaje natural. Segundo, las declaraciones normalizadas fueron agrupadas, un grupo representó la data de prueba y el otro grupo la data de entrenamiento, en un porcentaje de agrupación de 30% y 70% respectivamente. Tercero, la conversión del texto de cada declaración fue realizado mediante el modelo Vector Space Model (VSM) utilizando el paquete tf-idf vectorizer de SKlearn de Python. Cuarto, utilizando la misma data vectorizada, se realizaron pruebas con los siguientes algoritmos de clasificación: Ridge Classifier, Perceptron, Passive-Aggressive, L1 penalty, L2 penalty, Naive Bayes y Random Forest.

4. Resultados

Los resultados obtenidos son mostrados en la Tabla 1, donde el clasificador Random Forest tiene una precisión de 71% frente al valor más cercano del clasificador L2 penalty que obtiene una precisión del 62%. En cuanto a los valores positivos correctamente clasificados, se aprecia a través de la métrica “recall” que el clasificador Random Forest obtiene un valor del 100% frente al valor más cercano del clasificador L2 penalty que obtiene un valor del 89%. En cuanto a los casos correctamente clasificados tanto positivos como negativos, a través de la métrica “accuracy” se aprecia que el clasificador Random Forest obtiene un valor de 71% frente al valor más cercano del clasificador L2 penalty con un valor del 57%.

Algoritmos de clasificación	Precision	Recall	f1-score
<i>Ridge Classifier</i>			
0.00	0.50	1.00	0.67
1.00	0.00	0.00	0.00
Accuracy			0.50
<i>Perceptron</i>			
0.00	0.45	0.71	0.56
1.00	0.33	0.14	0.20
Accuracy			0.43
<i>Passive-Aggressive</i>			
0.00	0.50	0.86	0.63
1.00	0.50	0.14	0.22
Accuracy			0.50
<i>L1 penalty</i>			

Algoritmos de clasificación	Precision	Recall	f1-score
0.00	0.58	0.78	0.67
1.00	0.00	0.00	0.00
Accuracy			0.50
L2 penalty			
0.00	0.62	0.89	0.73
1.00	0.00	0.00	0.00
Accuracy			0.57
Naive Bayes			
0.00	0.50	0.44	0.47
1.00	0.17	0.2	0.18
Accuracy			0.36
Random Forest			
0.00	0.71	1.00	0.83
1.00	0.00	0.00	0.00
Accuracy			0.71

Tabla 1 – Resultados de los algoritmos de clasificación

En la Tabla 1, las métricas: precision, recall, f1-score y accuracy corresponden a sus traducciones al español, precisión, exhaustividad, valor-f y exactitud, respectivamente. En la columna “Algoritmos de clasificación” los valores 0.00 y 1.00 corresponden a las etiquetas de “testimonio falso” y “testimonio verdadero” respectivamente. La métrica accuracy representa el total de valores correctamente clasificados. La métrica precision representa los valores que fueron clasificados como positivos realmente lo sean. La métrica recall representa la cantidad de valores positivos son correctamente clasificados. La métrica f1-score representa un valor objetivo entre las métricas precision y recall.

5. Discusión

Las declaraciones falsas en los testimonios son tipificados como delitos en todo el mundo, sin embargo en lugar de disminuir los casos, estos han mejorado los métodos de engaño debido a que el infractor busca obtener un beneficio personal, generalmente económico logrando falsedades cada vez más sutiles o difícilmente demostrables (Rey et al., 2019). Por ejemplo, declaraciones falsas que conllevan a fraudes financieros con el fin de encubrir una mala aplicación de fondos o engañar a los reguladores (Ramírez et al., 2020). La ventaja de las tecnologías IA en comparación con el enfoque psicológico para la detección de declaraciones falsas radica en la velocidad de procesamiento y obtención de resultados.

Según la métrica “accuracy”, de los diferentes algoritmos de clasificación el clasificador Random Forest ocupa el primer lugar con un valor del 71%, sin embargo, por el desbalance entre las cantidades de datos de declaraciones falsas y verdaderas, la

métrica “f1-score” es la apropiada para conocer la calidad del modelo a través de la combinación de las métricas “precision” y “recall” con un valor del 83%. Sin embargo, a pesar de estos resultados señalados en la Tabla 1, aún no podríamos afirmar que el clasificador Random Forest sería el óptimo para la detección de testimonios falsos a través del texto escrito, debido a que la fortaleza en la confiabilidad y precisión de los algoritmos de IA recae en la utilización de grandes cantidades de datos que son utilizados en los procesos de entrenamiento del modelo. Sin embargo, para fines de la presente investigación es un buen punto de partida que a través de la data por encuestas se haya generado el prototipo de modelo. Dicho prototipo de modelo al ser utilizado con la data de las declaraciones registradas en las denuncias policiales culminaría su ciclo de entrenamiento.

Otras consideraciones a tener en cuenta en los resultados, es lo señalado por (Köhnken et al., 2015) una declaración puede ser incorrecta por errores no intencionales o inconscientes como resultado de la percepción incompleta, falta de atención para el evento en cuestión, olvido o confusiones de memoria, además de la ambigüedad como característica del lenguaje humano (Vázquez-Rodríguez & Pinto-Eliás, 2019), que impacta en la semántica del contexto de una declaración. Por tanto, el porcentaje de aciertos podría ser influenciado por estas declaraciones en los diferentes algoritmos de clasificación aplicados, esta situación se deja al lector como trabajos futuros de investigación.

6. Conclusiones

El uso de la Inteligencia Artificial (IA) basados en el autoaprendizaje viene demostrando desarrollos en los modelos de detección de declaraciones falsas con menores tasas de errores, por lo que debe considerarse como una nueva herramienta estratégica que complementen las técnicas psicológicas.

Los aportes del estudio son: (a) Al personal de psicología, les permitirá disponer de una herramienta de apoyo en sus procesos de análisis propios de la especialidad, (b) Los gobiernos podría realizar una eficiente distribución de recursos logísticos y humanos para la realización de investigaciones en denuncias que realmente requieran atención por ser veraces, (c) Los ciudadanos tendrían mayor asistencia del personal policial en materia de seguridad ciudadana, orden interno y orden público, (d) Las empresas o personas naturales inocentes involucrados en testimonios falsos establecerían lazos de confianza hacia sus autoridades policiales por la rapidez en que se esclarecerían los casos.

Sin embargo, dada la complejidad de las declaraciones falsas, por el momento no se asigna un peso por grado de veracidad, que serviría para priorizar los casos según la urgencia de estos. Por ello se requieren de nuevos estudios que analicen la asignación de pesos de prioridad a las denuncias veraces, con lo cual las investigaciones enfocarían sus recursos y personal a los casos que realmente merecen atención prioritaria.

Otra oportunidad para estudios futuros es la utilización de otras fuentes de datos que permita la correlación entre ellas para aumentar el grado de exactitud del modelo, así como el análisis del contexto en el cual ocurren los hechos.

Declaración de interés

Los autores reportan ningún conflicto de intereses. Los autores son los únicos responsables del contenido y la redacción de este artículo.

Agradecimientos

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Referencias

- Albahar, M. A. (2019). Detecting fraudulent twitter profiles: a model for fraud detection in online social networks. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 15(5). <http://www.ijicic.org/ijicic-150502.pdf>
- Blandón-Gitlin, I., López, R. M., Masip, J., & Fenn, E. (2017). Cognición, emoción y mentira: implicaciones para detectar el engaño. *Anuario de Psicología Jurídica*, 27(1), 95–106. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2017.02.004>
- Burgos, Á. (2010). *Los Delitos de Perjurio y Falso Testimonio en el Código Penal de Costa Rica*.
- Figueroa Casanova, C. (n.d.). El informe policial. *Escuela Del Ministerio Público*, 1–23. https://www.mpfm.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/4197_3._el_informe_policial.pdf
- Geven, L. M., Ben-Shakhar, G., Kassin, S., & Verschuere, B. (2020). Distinguishing true from false confessions using physiological patterns of concealed information recognition – A proof of concept study. *Biological Psychology*, 154, 107902. <https://doi.org/10.1016/J.BIOPSYCHO.2020.107902>
- Hernández-Fernaud, E., & Alonso-Quecuty, M. L. (2004). Teorías implícitas sobre la mentira: ¿qué es mentir? *Estudios de Psicología*, 25(1), 3–12. <https://doi.org/10.1174/021093904773486971>
- Ibabe Erostarbe, I. (2000). Memoria de testigos : recuerdo de acciones e información descriptiva de un suceso. *Psicothema*, 12, 574–578.
- Karystianis, G., Adily, A., Schofield, P., Knight, L., Galdon, C., Greenberg, D., Jorm, L., Nenadic, G., & Butler, T. (2018). Automatic extraction of mental health disorders from domestic violence police narratives: Text mining study. *Journal of Medical Internet Research*, 20(9), 1–16. <https://doi.org/10.2196/11548>
- Köhnken, G., Manzanero, A. L., & Scott, M. T. (2015). Análisis de la validez de las declaraciones: Mitos y limitaciones. *Anuario de Psicología Jurídica*, 25(1), 13–19. <https://doi.org/10.1016/j.apj.2015.01.004>
- Lemoine, E. (1967). Psicología del testimonio. *Revista de Psicología*, 4, 43–60. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.876/pr.876.pdf

- Mpf. (n.d.). Conceptos básicos sobre reforma procesal penal para el ciudadano. In *Ministerio Público Fiscalía de la Nación del Perú* (pp. 1–48). Ministerio Público - Fiscalía de la Nación. https://www.agenciafiscal.pe/Storage/tbl_publicaciones/fld_4_PDF_file/2-y8Yx1Yf5Yq6Aa3X.pdf
- Mpf. (2017). Guía del denunciante. In *Ministerio Público Fiscalía de la Nación del Perú* (pp. 1–28). Ministerio Público - Fiscalía de la Nación. https://www.mpf.gob.pe/Docs/o/files/guia_del_denunciante_v2.pdf
- Pmsj. (2012). Guía de actuación del Policía en el nuevo código procesal penal. *Unidad Coordinadora del Proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Justicia*. Academia de la Magistratura. <https://img.lpderecho.pe/wp-content/uploads/2017/03/Descarga-en-PDF-la-Guía-de-actuación-del-policia-en-el-nuevo-Código-Procesal-Penal.pdf>
- Quijano-Sánchez, L., Liberatore, F., Camacho-Collados, J., & Camacho-Collados, M. (2018). Applying automatic text-based detection of deceptive language to police reports: Extracting behavioral patterns from a multi-step classification model to understand how we lie to the police. *Knowledge-Based Systems*, 149, 155–168. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.03.010>
- Ramírez, A., Martínez, A., Quesada, C., & Jenkins, M. (2020). Uso de técnicas de minería de datos y aprendizaje automático para la detección de fraudes en estados financieros: un mapeo sistemático de literatura. *Revista Iberica de Sistmas y Tecnologías de Informacón*, 28(April), 97–109. <https://www.researchgate.net/publication/340654299>
- Rey, P., Benlloch, G., & Agustina, J. R. (2019). La escasa persecución del delito de falso testimonio: una constatación paradójica. *Politica Criminal*, 14, 65–97. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/So718-33992019000100065>
- Sánchez, F., Becerra, A., Caballero, A., & Amate, M. (1995). Incidencia de la prototipicidad de los mensajes sobre la detección experimental de la mentira. *Revista de Psicología Social*, 10(1), 31–41. <https://doi.org/10.1174/021347495763835247>
- Sciforce. (2019). *NLP vs. NLU: from Understanding a Language to Its Processing*. Medium. <https://medium.com/sciforce/nlp-vs-nlu-from-understanding-a-language-to-its-processing-1bf1f62453c1>
- Snyman, D., & Kruger, H. (2017). The application of behavioural thresholds to analyse collective behaviour in information security. *Information and Computer Security*, 25(2), 152–164. <https://doi.org/10.1108/ICS-03-2017-0015>
- Solís Espinoza, A. (2000). Psicología del testigo y del testimonio. *Derecho PUCP*, 53, 1013–1052. <https://doi.org/10.18800/derechopucp.200001.032>
- Vázquez-Rodríguez, C. A., & Pinto-Elías, R. (2019). The semantics of images and the analysis of their content. *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, (34), 20–28. <https://doi.org/10.17013/risti.34.20-28>

Zapata, S., & Viviano, T. (2019). *Protocolo de actuación conjunta entre los CEM y Comisarías*. Observatorio Nacional de La Violencia Contra Las Mujeres y Los Integrantes Del Grupo Familiar. <https://observatoriovioencia.pe/protocolo-cem-en-comisarias/>

Crítérios 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>

