



ISSN: 1646-9895

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

D e z e m b r o 1 7 • D e c e m b e r 1 7



©AISTI 2017 <http://www.aisti.eu>

Nº 25

Edição / Edición

Nº 25, 12/2017

Tiragem / Tirage: 1000

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

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

ISSN: 1646-9895

Depósito legal:

Indexação / Indexación

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

Propriedade e Publicação / Propriedad y Publicación

AISTI – Associação Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação

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

E-mail: aistic@gmail.com

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

Director

Álvaro Rocha, Universidade de Coimbra

Coordenadores da Edição / Coordinadores de la Edición

João Vidal de Carvalho, Politécnico do Porto/ISCAP

António Abreu, Politécnico do Porto/ISCAP

Álvaro Rocha, Universidade de Coimbra

Conselho Editorial / Consejo Editorial

Carlos Ferrás Sexto, Universidad de Santiago de Compostela

Gonçalo Paiva Dias, Universidade de Aveiro

Jose Antonio Calvo-Manzano Villalón, Universidad Politécnica de Madrid

Luís Paulo Reis, Universidade do Minho

Manuel Pérez Cota, Universidad de Vigo

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

Conselho Científico / Consejo Científico

Adolfo Lozano-Tello, Universidad de Extremadura, ES

Adrián Hiebra Pardo, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Adriano Pasqualotti, Universidade de Passo Fundo, BR

Alberto Fernández, Universidad Rey Juan Carlos, ES

Alberto Bugarín, Universidad de Santiago de Compostela, ES

Alejandro Medina, Universidad Politécnica de Chiapas, MX

Alejandro Rodríguez González, Universidad Politécnica de Madrid, ES

Alejandro Peña, Escuela de Ingeniería de Antioquia, CO

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

Alma María Gómez-Rodríguez, Universidad de Vigo, ES

Álvaro E. Prieto, Universidad de Extremadura, ES

Ana Azevedo, Instituto Politécnico do Porto, PT

Ana Cristina Ramada Paiva, FEUP, Universidade do Porto, PT

Ana Isabel Veloso, Universidade de Aveiro, PT

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

Ana Paula Afonso, Instituto Politécnico do Porto, PT

Anabela Mesquita, Instituto Politécnico do Porto, PT

Angelica Caro, Universidad del Bío-Bío, CL
Ania Cravero, Universidad de La Frontera, CL
Antoni Lluís Mesquida Calafat, Universitat de les Illes Balears, ES
Antonia Mas Pichaco, Universitat de les Illes Balears, ES
António Coelho, FEUP, Universidade do Porto, PT
António Godinho, ISLA-Gaia, PT
Antonio Jesus Garcia Loureiro, Universidad de Santiago de Compostela, ES
António Pereira, Instituto Politécnico de Leiria, PT
Armando Mendes, Universidade dos Açores, PT
Arnaldo Martins, Universidade de Aveiro, PT
Arturo J. Méndez, Universidad de Vigo, ES
Baltasar García Pérez-Schofield, Universidad de Vigo, ES
Benjamim Fonseca, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Bráulio Alturas, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Brenda L. Flores-Rios, Universidad Autónoma de Baja California, MX
Brígida Mónica Faria, ESTSP, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carlos Costa, Universidade de Aveiro, PT
Carlos Rabadão, Instituto Politécnico de Leiria, PT
Carlos Carreto, Instituto Politécnico da Guarda, PT
Carlos Morais, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Carlos Vaz de Carvalho, Instituto Politécnico do Porto, PT
Carmen Galvez, Universidad de Granada, ES
César Gonçalves, Universidade do Algarve, PT
Ciro Martins, Universidade de Aveiro, PT
Cristina Alcaraz, Universidad de Málaga, ES
Daniel Castro Silva, Universidade de Coimbra, PT
Daniel Polónia, Universidade de Aveiro, PT
Daniel Riesco, Universidad Nacional de San Luis, AR
David Fonseca, Universitat Ramon Llull, ES
David Ramos Valcarcel, Universidad de Vigo, ES
Dora Simões, Universidade de Aveiro, PT
Eduardo Sánchez Vila, Universidad de Santiago de Compostela, ES
Emiliano Reynares, CIDISI - UTN FRSF - CONICET, AR
Enric Mor, Universitat Oberta de Catalunya, ES

Eusébio Ferreira da Costa, Escola Superior de Tecnologias de Fafe, PT
Feliz Gouveia, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Bandeira, Universidade Fernando Pessoa, PT
Fernando Diaz, Universidad de Valladolid, ES
Fernando Moreira, Universidade Portucalense, PT
Francisco Restivo, Universidade Católica Portuguesa, PT
Gerardo Gonzalez Filgueira, Universidad da Coruña, ES
Gerardo Rodriguez, Universidad de Salamanca, ES
Germano Montejano, Universidad Nacional de San Luis, AR
Guilhermina Lobato Miranda, Universidade de Lisboa, PT
Hélder Zagalo, Universidade de Aveiro, PT
Hélia Guerra, Universidade dos Açores, PT
Henrique Gil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, PT
Henrique Santos, Universidade do Minho, PT
Higino Ramos, Universidad de Salamanca, ES
Hugo Paredes, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Isabel Pedrosa, Instituto Politécnico de Coimbra, PT
Isaura Ribeiro, Universidade dos Açores, PT
Isidro Calvo, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ismael Etxeberria-Agiriano, Universidad del País Vasco (UPV/EHU), ES
Ivan Garcia, Universidad Tecnológica de la Mixteca, MX
Javier Garcia Tobio, CESGA-Centro de Supercomputacion de Galicia, ES
Jezreel Mejia, Centro de Investigación en Matemática (CIMAT), MX
João Pascual Faria, FEUP, Universidade do Porto, PT
João Paulo Costa, Universidade de Coimbra, PT
João Tavares, FEUP, Universidade do Porto, PT
Joaquim José Gonçalves, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Joaquim Madeira, Universidade de Aveiro, PT
Joaquim Reis, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Jörg Thomaschewski, University of Applied Sciences OOW - Emden, DE
Jorge Dias Villegas, Universidad de la Frontera, CL
Jose Alfonso Aguilar, Universidad Autonoma de Sinaloa, MX
José Augusto Fabri, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, BR
José Braga de Vasconcelos, Universidade Atlântica, PT

José Cascalho, Universidade dos Açores, PT
José Felipe Cocón Juárez, Universidad Autónoma del Carmen, MX
Jose J. Pazos-Arias, Universidad de Vigo, ES
José Luís Silva, Universidade da Madeira, PT
José Paulo Lousado, Instituto Politécnico de Viseu, PT
José Luis Pestrana Brincones, Universidad de Málaga
José Luís Reis, ISMAI - Instituto Superior da Maia, PT
Jose M Molina, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose Maria Zavala Perez, Eticas Research & Consulting, ES
José Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Jose Maria de Fuentes, Universidad Carlos III de Madrid, ES
Jose R. R. Viqueira, Universidade de Santiago de Compostela, ES
José Silvestre Silva, Academia Militar, PT
Josep M. Marco-Simó, Universitat Oberta de Catalunya, ES
Juan D'Amato, PLADEMA-UNCPBA-CONICET, AR
Juan M. Santos Gago, Universidad de Vigo, ES
Juan Manuel Fernández-Luna, Universidad de Granada, ES
Juan-Manuel Lopez-Zafra, Universidad Complutense de Madrid, ES
Leonardo Bermon, Universidad Nacional de Colombia, CO
Leila Weitzel, Universidade Federal Fluminense, BR
Lilia Muñoz, Universidad Tecnológica de Panamá, PA
Luis Alvarez Sabucedo, Universidad de Vigo, ES
Luís Correia, Universidade de Lisboa, PT
Luis de Campos, Universidad de Granada, ES
Luis Enrique, Sicaman Nuevas Tecnologías S.L., ES
Luis Fernandez-Sanz, Universidad de Alcalá, ES
Luís Ferreira, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Luis Vilán-Crespo, Universidad de Vigo, ES
Luisa María Romero-Moreno, Universidad de Sevilla, ES
Luisa Miranda, Instituto Politécnico de Bragança, PT
Lus Sussy Bayona Ore, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, PE
Magdalena Arcilla Cobián, Universidade Nacional de Educación a Distancia, ES
Manuel Jose Fernandez Iglesias, Universidad de Vigo, ES
Marcelo Mendonça Teixeira, Universidade Federal Rural de Pernambuco, BR

Marco Painho, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Maria Hallo, Escuela Politécnica Nacional, EC
María J. Lado, Universidad de Vigo, ES
Maria João Castro, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria João Ferreira, Universidade Portucalense, PT
Maria João Gomes, Universidade do Minho, PT
Maria José Angélico, Instituto Politécnico do Porto, PT
Maria José Marcelino, Universidade de Coimbra, PT
Maria José Sousa, Universidade Europeia, PT
Marisol B. Correia, Universidade do Algarve, PT
Maristela Holanda, Universidade de Brasília, BR
Martín Llamas Nistal, Universidad de Vigo, ES
Matías García Rivera, Universidad de Vigo, ES
Mercedes Ruiz, Universidad de Cádiz, ES
Miguel A. Brito, Universidade do Minho, PT
Miguel Bugalho, Universidade Europeia, PT
Miguel Casquilho, IST, Universidade de Lisboa, PT
Mirna Ariadna Muñoz Mata, Centro de Investigación en Matemáticas (CIMAT), MX
Nelson Rocha, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Lau, Universidade de Aveiro, PT
Nuno Ribeiro, Universidade Fernando Pessoa, PT
Orlando Belo, Universidade do Minho, PT
Oscar Mealha, Universidade de Aveiro, PT
Paula Peres, Instituto Politécnico do Porto
Paula Prata, Universidade da Beira Interior, PT
Paulo Martins, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, PT
Paulo Pinto, FCT, Universidade Nova de Lisboa, PT
Pedro Abreu, Universidade de Coimbra, PT
Pedro Miguel Moreira, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, PT
Pedro Nogueira Ramos, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT
Pedro Sánchez Palma, Universidad Politécnica de Cartagena, ES
Pedro Sanz Angulo, Universidad de Valladolid, ES
Pilar Mareca Lopez, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Raul Laureano, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, PT

Renata Spolon Lobato, UNESP - Universidade Estadual Paulista, BR
Reinaldo Bianchi, Centro Universitário da FEI, BR
Rita Santos, Universidade de Aveiro, PT
Roberto Rodríguez Echeverría, Universidad de extremadura, ES
Rodolfo Miranda Barros, Universidade Estadual de Londrina, BR
Rogério Eduardo Garcia, Universidade Estadual Paulista, BR
Rubén González Crespo, Universidad Internacional de La Rioja, ES
Rui Cruz, IST, Universidade de Lisboa, PT
Rui José, Universidade do Minho, PT
Rui Pedro Marques, Universidade de Aveiro, PT
Santiago Gonzales Sánchez, Universidad Inca Garcilaso de la Vega, PE
Sergio Gálvez Rojas, Universidad de Málaga, ES
Sérgio Guerreiro, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, PT
Silvia Fernandes, Universidade do Algarve, PT
Solange N Alves de Souza, Universidade de São Paulo, BR
Tomás San Feliu Gilabert, Universidad Politécnica de Madrid, ES
Valéria Farinazzo Martins, Universidade Presbiteriana Mackenzie, BR
Victor Hugo Medina Garcia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, CO
Vitor Carvalho, Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, PT
Vitor Santos, ISEGI, Universidade Nova de Lisboa, PT
Wagner Tanaka Botelho, Universidade Federal do ABC, BR
Xose A. Vila, Universidad de Vigo, ES

Metodologias e aplicações inovadoras em Sistemas e Tecnologias de Informação (STI)

Innovative Methodologies and Applications in Information Systems and Technologies (IST)

João Vidal Carvalho¹, António Abreu¹, Álvaro Rocha²

cajvidal@iscap.ipp.pt, aabreu@iscap.ipp.pt, amrocha@dei.uc.pt

¹ Politécnico do Porto/ISCAP/CEOS.PP, Rua Jaime Lopes Amorim, s/n, 4465-004 S. Mamede de Infesta, Portugal.

² Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Informática, Pólo II - Pinhal de Marrocos, 3030-290 Coimbra, Portugal.

DOI: 10.17013/risti.25.0

1. Introdução

No contexto atual de extrema competitividade, a inovação é um desafio permanente para todas as organizações, independentemente da sua área de negócio ou sector de atividade. A gestão da inovação é tão importante quanto fundamental, para uma organização que aposta na melhoria contínua e que ambiciona criar valor para os clientes e/ou colaboradores. Na verdade, as inovações no âmbito das STI são, não raras vezes, o motor para levar as organizações ao sucesso e para as manter na vanguarda perante os seus concorrentes.

A inovação nos STI, surge como um domínio estratégico de investigação para suportar as organizações através de todo o processo de desenvolvimento e crescimento. A adoção de metodologias e aplicações inovadoras nos STI, devem naturalmente, começar através de um processo criativo de identificação de oportunidades e necessidades da sociedade, prosseguindo para o seu desenvolvimento e implementação, até desencadear na criação de valor e consequentemente na melhoria da eficácia, eficiência e desempenho das organizações.

Neste enquadramento, o número vinte e cinco da RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) debruça-se sobre um conjunto diversificado de metodologias e aplicações inovadoras em Sistemas e Tecnologias de Informação, que vão desde a análise de dados, passando por modelos de aprendizagem, até às aplicações web.

O conjunto de oito artigos publicados neste número da RISTI, resultou de um escrutínio exímio efetuado pelos membros da comissão científica sobre os quarenta e seis trabalhos apresentados pelos autores, oriundos treze do Brasil, sete de Portugal, seis da Colômbia, seis do Equador, cinco da China, dois de Espanha, dois de Cuba, dois do Peru, um do Chile, um do México e um de França, correspondendo a uma taxa de aceitação de 17%.

2. Estrutura

Para facilitar a leitura desta edição, optou-se por apresentar em primeiro lugar, as contribuições que apresentam estudos associados à análise de dados. Posteriormente, apresentam-se estudos sobre o processo de aprendizagem. Finalmente, os últimos artigos, embora se apresentem como altamente inovadores, são de âmbito mais genérico. Assim:

- No primeiro artigo, os autores apresentam um sistema multiagente que tem como objectivo ir além da captura das transações suspeitas de Branqueamento de Capitais, auxiliando o especialista humano na análise das suspeições. Os agentes criados neste artigo, utilizam técnicas de *data mining* para criação de perfis de comportamento transaccional; aplicam regras obtidas na aprendizagem, em conjunto com regras específicas baseadas em aspectos legais e nos perfis criados para captura de transações suspeitas; e analisam estas transações sinalizadas indicando ao especialista humano, aquelas que necessitam de análise mais detalhada.
- O segundo artigo, expõe inicialmente de forma breve, as formas de análise estatística de dados textuais, bem como análises qualitativas comumente usadas em ciências sociais. Numa fase posterior, é proposto um novo tratamento de dados para poder usar ambos os modos de análise de forma combinada, ao trabalhar com vários textos simultaneamente. O artigo detalha um procedimento no qual o Dual STATIS e o JK-Meta-Biplot são usados, técnicas multivariadas que representam graficamente uma nuvem pontual multidimensional num espaço de dimensão reduzida, para representar a estrutura de consenso de diferentes participações num questionário qualitativo.
- O terceiro artigo, descreve um estudo que propõe um modelo explicativo que incorpora as cinco dimensões da personalidade CANOE (*Conscientiousness, Agreeableness, Neuroticism, Openness to Experience, Extroversion*) e o fluxo, como determinantes na adoção de um curso *online* de programação gamificada. O estudo foi conduzido com uma amostra de alunos universitários, e o modelo explicativo foi validado usando a modelação de equações estruturais. Os resultados obtidos neste estudo, são um contributo para a compreensão dos determinantes na adoção de cursos *online* gamificados.
- O artigo seguinte, expõe um projeto que pretende identificar, analisar e descrever alguns métodos existentes para melhorar a acessibilidade dos ambientes virtuais de aprendizagem. Para isso, procedeu a uma revisão sistemática da literatura sobre acessibilidade nestes ambientes, entre 2010 e 2016. Concluiu que, a combinação de vários métodos com base em padrões e normas é decisiva para apoiar serviços personalizados de ensino/aprendizagem. Além disso, o “*Universal Design for Learning*” e o “*Universal Design of Instruction*,” fornecem um conjunto de princípios e estratégias que procuram reduzir as barreiras e criar modelos facilitadores de ensino/aprendizagem.

- No quinto artigo, os autores desenvolvem uma prova a partir da Taxonomia de Bloom, que permite comparar o desempenho dos alunos, independentemente da linguagem de programação com que iniciaram a sua aprendizagem. A prova apresenta questões de escolha múltipla para os quatro níveis iniciais e questões de desenvolvimento para os dois últimos níveis. Após a sua construção, a prova foi validada por 12 especialistas e submetida a um grupo-piloto para analisar a fiabilidade e dificuldade dos itens. Os resultados obtidos demonstram que a prova é válida, fiável e discriminativa.
- No sexto artigo, é desenvolvida uma proposta que visa auxiliar os conselhos executivos de qualquer comité local da AIESEC, a avaliar os seus planos anuais, bem como as decisões estratégicas mais importantes no desenvolvimento da sua gestão. Na referida proposta, duas ferramentas são integradas no nível organizacional, ou seja, o *Balanced Scorecard* (BSC) e a dinâmica dos sistemas. O BSC é usado como ferramenta que permite que cada membro da organização seja claro sobre os objetivos e atividades que permitirão o cumprimento do planeamento proposto, e a dinâmica dos sistemas é usada como uma ferramenta que permitirá que o BSC seja analisado de forma flexível.
- No sétimo artigo, são detalhadas a análise e aplicação de metodologias ágeis e tecnologias de código aberto, no desenvolvimento de uma aplicação *web* e móvel para automatizar e controlar a frota automóvel da Universidade Técnica Particular de Loja (UTPL). Entre as funções essenciais da aplicação, salienta-se a gestão e manutenção dos veículos assim como a gestão de empréstimos dos mesmos. Como contribuição adicional, a construção do aplicativo móvel inclui as mesmas qualidades funcionais dos aplicativos *web*, facilitando a interação e usabilidade com base no tempo e lugar onde a pessoa se encontra.
- No último artigo, através da revisão sistemática da literatura, verificou-se que as teorias mais relevantes que os autores adotam nas suas investigações relacionadas com o cumprimento das políticas de segurança, estão focadas na compreensão do comportamento humano através de teorias psicológicas ou sociais, traduzindo-se numa abordagem interdisciplinar que permite uma visão global do ponto de vista tecnológico e de outras disciplinas, conduzindo a uma abordagem real do problema.

3. Agradecimentos

Termina-se esta introdução, expressando o nosso agradecimento a todos os autores e revisores envolvidos nesta edição, esperando que este número da RISTI se revele uma leitura profícua para todos os que se mobilizam em torno da problemática dos Sistemas e Tecnologias de Informação. Um agradecimento especial à AISTI, proprietária e promotora da RISTI, à Academic Journals Database, CiteFactor, Compendex, Dialnet, DOAJ, DOI, EBSCO, GALE, IndexCopernicus, Index of Information Systems Journals, ISI Web of Knowledge, Latindex, ProQuest, QUALIS, SciELO, SCImago e Scopus, entidades que têm contribuído para tornar a RISTI uma referência neste competitivo mercado das revistas científicas.

Índice / Index

EDITORIAL

Metodologias e aplicações inovadoras em Sistemas e Tecnologias de Informação (STI).....	viii
<i>João Vidal Carvalho, António Abreu, Álvaro Rocha</i>	

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Um Sistema Multiagente no Combate ao Branqueamento de Capitais	1
<i>Claudio Alexandre, João Balsa</i>	
JK-Meta-Biplot y STATIS Dual como herramientas de análisis de tablas textuales múltiples	18
<i>Daniel Caballero-Juliá, Ma Purificación Galindo Villardón, Marie-Carmen García</i>	
CANOE e Fluxo: Determinantes na adoção de curso de programação <i>online</i> gamificado	34
<i>Martinha Piteira, Carlos J. Costa, Manuela Aparício</i>	
Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem	54
<i>Carlos Luís, Álvaro Rocha, Maria José Marcelino</i>	
Desenvolvimento e validação de uma prova de avaliação das competências iniciais de programação	66
<i>Joana Martinho Costa, Guilhermina Lobato Miranda</i>	
Modelo de Simulación para evaluar las decisiones estratégicas de un comité local de AIESEC basados en el Balanced Scorecard.	82
<i>Leydi Yamile González Castillo, Diana Paola Hernández Rodríguez, José Ignacio Palacios Osma</i>	
Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica.....	98
<i>Pablo Alejandro Quezada- Sarmiento, Santiago Mengual Andrés</i>	
Políticas de Seguridad de la Información: Revisión Sistemática de las Teorías que Explican su Cumplimiento	112
<i>Josue Ruben Altamirano Yupanqui, Sussy Bayona Oré</i>	

Um Sistema Multiagente no Combate ao Branqueamento de Capitais

Claudio Alexandre, João Balsa

calexandre@di.fc.ul.pt, jbalsa@ciencias.ulisboa.pt.

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, BioISI-MAS, Campo Grande, 1749-016, Lisboa, Portugal

DOI: 10.17013/risti.25.1-17

Resumo: Branqueamento de capitais é um crime que possibilita o financiamento de outros crimes, por isso ele é importante para as organizações criminosas e seu combate é motivo de mobilização das nações do mundo inteiro. O processo de anti-branqueamento de capitais não evoluiu como esperado pois tem priorizado a sinalização de transações suspeitas. O crescente aumento no volume de transações tem sobrecarregado o indispensável trabalho humano de avaliação final das sinalizações. Este artigo apresenta um sistema multiagente que objetiva ir além da captura de transações suspeitas, buscando auxiliar o especialista humano na análise das suspeições. Os agentes criados utilizam técnicas de data mining para criação de perfis de comportamento transacional; aplicam as regras obtidas no aprendizado em conjunto com regras específicas baseadas em aspectos legais e nos perfis criados para captura de transações suspeitas; e analisam estas transações sinalizadas indicando ao especialista humano aquelas que necessitam de análise mais detalhada.

Palavras-chave: Sistemas multiagente; agentes inteligentes; data mining; anti-branqueamento de capitais.

A Multi-Agent System in the Combat Against Money Laundering

Abstract: Money laundering is a crime that makes it possible to finance other crimes, for this reason, it is important for criminal organizations and their combat is prioritized by nations around the world. The anti-money laundering process has not evolved as expected because it has prioritized only the signaling of suspicious transactions. The constant increasing in the volume of transactions has overloaded the indispensable human work of final evaluation of the suspicions. This article presents a multiagent system that aims to go beyond the capture of suspicious transactions, seeking to assist the human expert in the analysis of suspicions. The agents created use data mining techniques to create transactional behavioral profiles; apply rules generated in learning process in conjunction with specific rules based on legal aspects and profiles created to capture suspicious transactions; and analyze these suspicious transactions indicating to the human expert those that require more detailed analysis.

Keywords: multi-agent systems; intelligent agents; data mining; anti-money laundering.

1. Introdução

Ações de prevenção e combate ao crime de branqueamento de capitais (BC) são priorizadas por quase todos os governos do mundo, no mínimo, no mesmo nível das grandes questões globais (Madinger, 2012). BC é tipicamente um crime que consiste em tornar lícita a origem ilícita de um determinado ganho financeiro. A estimativa global anual de BC é em torno de 2% a 5% do Produto Interno Bruto Global (UNODC, 2014). Sobre fraude financeira, somente a América do Norte estima que sua perda passe de \$3,1 mil milhões em 2017 para \$4,8 mil milhões em 2018 (Cser, 2017). Este volume financeiro perdido anualmente já é motivo suficiente para o assunto ser tratado com prioridade, no entanto, outro fator leva os governos a priorizarem o combate a este crime: a sua comprovada ligação com outras práticas criminosas como narcotráfico, fraude, corrupção, sequestro, terrorismo, contrabando de armas, entre outros (Schott, 2006).

As instituições financeiras, em sua maioria, já utilizam processos semi-automatizados para sinalização de transações suspeitas de BC, baseados em informações de cadastro, médias, desvios padrões e regras fixas pré-estabelecidas, geralmente oriundas de observações empíricas ou da experiência humana dos Analistas de anti-branqueamento de capitais (ABC). Porém, o crescente aumento no volume das transações realizadas, aliado à frequente publicação de novas regulamentações, nacionais e internacionais, acabam por provocar ineficiência neste processo de sinalização.

Visando tornar o processo de ABC mais ágil e eficiente, este artigo apresenta a estrutura de um sistema multiagente para suporte à tomada de decisão neste contexto. Os agentes inteligentes utilizam técnicas de data mining para a criação de perfis de comportamento transacionais históricos, analisam e sinalizam transações suspeitas e auxiliam o Analista de ABC na tomada de decisão sobre as sinalizações. O modelo BDI (*Belief, Desire, Intention*) incorporado pela metodologia de desenvolvimento adotada (*Prometheus*), permite utilizar os perfis comportamentais encontrados, bem como possibilita a implementação de regras específicas em função do risco envolvido. Estas características, dentre outros benefícios, aumentam a eficiência do processo, enfrentando o aumento no volume de transações com a redução gradativa da intervenção humana.

Este artigo segue a seguinte organização: indicação dos trabalhos relacionados com propostas de mineração de dados e arquiteturas de sistemas que buscam o ABC; apresentação da estratégia baseada no comportamento transacional dos atores para combate a este tipo de fraude; descrição da abordagem conservadora adotada no tratamento do risco envolvido; detalhamento do sistema e dos agentes definidos; apresentação dos resultados obtidos e as conclusões.

2. Trabalhos Relacionados

A capacidade de adaptação do *modus operandi* dos fraudadores e a falta de informação sistematizada que associe as transações suspeitas com a comprovação do crime, são

obstáculos para um avanço mais rápido da automatização do processo de prevenção e combate ao crime de branqueamento de capitais (BC).

O primeiro sistema amplamente divulgado na área do anti-branqueamento de capitais (ABC) foi o *FinCEN Artificial Intelligence System* (FAIS) (Senador *et al.*, 1995), desenvolvido e utilizado pelo *Financial Crimes Enforcement Network* (FinCEN), órgão do Departamento do Tesouro dos Estados Unidos. Em seguida, a Subcomissão Permanente de Investigações do Comitê do Senado Americano para Assuntos Governamentais solicitou ao *Office of Technology Assessment* (OTA)¹ avaliação sobre a utilização de técnicas de pesquisa baseadas em inteligência artificial (IA), visando monitorizar o tráfego e transferências bancárias com o propósito de reconhecer transações suspeitas. Em seu relatório de 1995, o OTA concluiu que “o conceito original na sua formulação mais simples – o monitoramento do tráfego de transferência bancária, de forma contínua e em tempo real, usando técnicas de inteligência artificial – não é viável”. Contudo, ponderou que existiam alternativas na tecnologia da informação a serem utilizadas para apoiar e reforçar a aplicação da lei contra o BC. Sugeriu, então, a utilização de técnicas tais como: *knowledge acquisition*, *machine learning*, *clustering*, *knowledge sharing* e *data transformation* (OTA, 1995). Em 1998, por orientação do relatório do *United States General Accounting Office* (GAO), a gestão decidiu pela não implementação de novos produtos utilizando técnicas de IA.

Curiosamente, desde então, os estudos têm direcionado propostas para utilização das técnicas recomendadas buscando a identificação de anomalias ou situações suspeitas, conforme bem demonstrado em Chandola *et al.* (2009) e Sabau (2012). Contudo, conforme será comentado na seção 2.2, são poucas as propostas de sistemas baseados em agentes inteligentes para suportar todo o processo de ABC.

2.1. Mineração de Dados

As técnicas de *data-mining*, *machine learning* e *clustering* têm sido fortemente utilizadas na tentativa de identificar casos suspeitos de BC. Em Zhang *et al.* (2003) um conjunto de dados são discretizados, mapeados para espaço dimensional Euclidiano, projetados numa linha de tempo discretizada, formando um histograma. Os clusters são criados, utilizando o algoritmo K-means, com base nos segmentos do histograma. Análises de correlação locais e globais são então aplicadas para detectar padrões suspeitos. É uma boa abordagem para a análise de comportamentos individuais e/ou de grupo baseado em picos anormais no histograma. No entanto, na análise de grande quantidade de clientes e transações durante longo período de tempo, a detecção de casos suspeitos pode ser dificultada, pois podem existir poucos ou nenhum pico no histograma.

Em Kingdon (2004), é proposta a utilização de técnicas de IA e de uma máquina de vetores de suporte (*Support Vector Machine-SVM*) numa perspectiva diferente daquela até então utilizada, ou seja, montar o perfil histórico dos clientes e buscar utilizações fora do padrão ao invés de focar em comportamento suspeito baseado apenas em perfil cadastral. Independente da tecnologia utilizada, esta proposta fortalece o conceito da

¹ <http://ota.fas.org/> - escritório do Congresso Americano que funcionou de 1972 a 1995.

política *Know Your Customer* (KYC) e torna-se ainda mais útil se aplicada de forma incremental e constante.

Em Tang & Yin (2005) os autores propõem outra extensão da SVM para analisar as transações dos clientes e detectar comportamento fora do padrão. É apresentada uma combinação de um kernel com melhoramentos do *Radial Basis Function* (RBF) Scholkopf *et al.* (2001) com definição de distâncias distintas e algoritmos SVM supervisionados e não-supervisionados. Uma vantagem desta abordagem é ela conseguir lidar com conjuntos de dados heterogêneos, porém, a avaliação de desempenho foi feita apenas com dados de simulação.

Combinar a técnica de *clustering* com *Multilayer Perceptron* (MLP) foi a proposta de Le-Khac *et al.* (2009). O algoritmo K-means, é utilizado para formação dos *clusters* e esta técnica baseia-se em duas características principais (fundo de investimento e investidor) que, em seguida, são usados como entrada do processo de formação de um MLP. Os resultados apresentados mostram que a sua abordagem é eficiente. No entanto, o número de características, o número de padrões de treinamento utilizados foi pequeno e isso pode afetar a precisão.

Outros métodos estatísticos foram propostos, como em Liu & Zhang (2010) que utiliza *scan statistics*, onde as transações realizadas num período de tempo são selecionadas aleatoriamente e agrupamentos incomuns são buscados. Adequado para trabalhos de auditoria em função da aleatoriedade adotada, no entanto, para um processo cotidiano de ABC nenhuma transação pode ser desprezada.

Em Le-Khac & Kechadi (2010) os autores apresentam um estudo de caso em que aplicam uma solução para geração de uma base de conhecimento, combinando técnicas de mineração de dados, *clustering* utilizando K-means, redes neurais e algoritmos genéticos para detectar padrões de BC. Analisando somente por este documento, a solução pode apresentar um baixo custo benefício, considerando a alta complexidade da implementação proposta.

Larik & Haider (2011) focam seu trabalho nas informações de débito e crédito realizadas pelos clientes de numa instituição financeira, visando identificar transações suspeitas. Propõem um novo algoritmo e um índice para avaliar e classificar as transações. Uma boa ideia, porém, limitada pela utilização somente das informações de débito e crédito.

2.2. Arquiteturas de Sistemas

Em Gao *et al.* (2006), uma arquitetura de sistema é definida utilizando um conjunto de agentes especializados, tais como: agentes de coleta de dados (sistemas internos e informações externas); agentes de monitoramento para acompanhamento do perfil cadastral do cliente e das transações realizadas; e um agente que emite relatórios e alertas sobre possíveis operações de BC. Apesar da boa proposta de arquitetura, o problema crucial do volume de análises submetidas ao analista humano não é enfrentando, aliás, pode até ser agravado com a automatização da fase de sinalização de transações suspeitas.

Outra abordagem baseada em agentes foi apresentada em Xuan & Pengzhu (2007). A arquitetura proposta é semelhante à descrita em Gao *et al.* (2006), porém, com evolução

dos agentes incluindo as características de negociação, diagnóstico e autoaprendizagem. As características dos agentes é o ponto forte desta proposta, contudo, também encerra sua contribuição nas sinalizações para o analista humano.

Em Xu & Gao (2010) os autores propõem uma alteração na arquitetura apresentada anteriormente, incorporando as fases e técnicas de um modelo de tomada de decisão, aplicado em tempo real. A arquitetura do sistema proposto anteriormente foi melhorada, mas em termos de processo não houve avanços, persistindo a falta de apoio aos analistas humanos.

Rajput *et al.* (2014) utilizam ontologias e regras na criação de um sistema especialista para detecção de transações suspeitas de BC. Uma boa abordagem para a criação das regras a serem aplicadas, testada com um volume significativo de dados, contudo, a quantidade de 2% de transações suspeitas detectadas numa base real torna-se inviável num processo rotineiro que necessita da validação do especialista humano.

3. Estratégia de Combate a Fraudes

A política *Know Your Customer* (KYC) definida pelo Comitê de Basileia² é um guia de melhores práticas no combate a fraudes, pois detalha os procedimentos a serem seguidos. Baseado nestes documentos e no *benchmark* realizado pela Hewlett-Packard (Laxman, 2014) foi criado um fluxo genérico de combate a fraudes ou burla no setor financeiro (Figura 1), quando realizadas em processos total ou parcialmente automatizados.

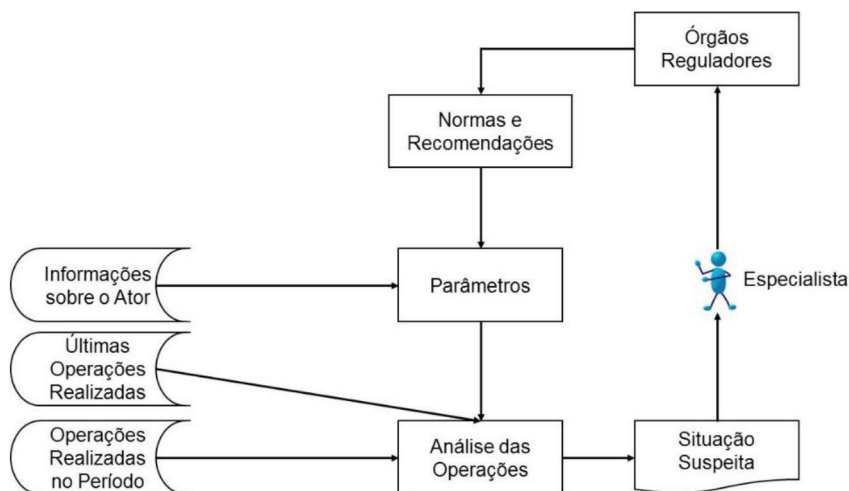


Figura 1 – Fluxo Genérico de Combate a Fraudes

2 <http://www.bis.org/publ/bcb85.pdf> e <http://www.bis.org/publ/bcbso4a.htm>

O branqueamento de capitais (BC) é considerado um crime adjacente. Em Canas (2004) é explicado que “para haver Branqueamento teria de haver um crime anterior que proporcionasse ilícitamente ao seu autor proventos que posteriormente ele, ou outrem, pretendessem camuflar”, na sua essência é possível afirmar que ele é uma instância do fluxo genérico de fraude. Dessa forma, a atividade de anti-branqueamento de capitais (ABC) pode ser vista como sendo o fluxo genérico mostrado na Figura 1, aplicado ao setor financeiro.

Um típico fluxo de ABC praticado pelas instituições financeiras foi mostrado e detalhado em Alexandre & Balsa (2015). Porém, mesmo sem a utilização de técnicas como mineração de processo (Norambuena & Zepeda, 2017), é fácil observar que o fluxo de ABC sendo tratado como uma instância do fluxo genérico de combate a fraudes é ineficiente, pois ele falha na identificação e sinalização das situações suspeitas. Casos não identificados impedem análise detalhada e a consequente geração de novas normas e recomendações, surgindo, dessa forma, o risco de uma falha sistêmica no processo geral de ABC.

A Figura 2 mostra uma nova versão do fluxo geral de combate a fraudes, cujo objetivo é mitigar o risco identificado. A criação de perfis dos atores participantes da atividade, baseados no histórico completo das operações realizadas; a substituição dos atuais parâmetros fixos por regras de produção, embasadas nestes perfis e nas normas e recomendações existentes; a eliminação da utilização de somente operações mais recentes; e o uso de inteligência em alguns pontos do processo eleva qualitativamente o nível na captura de operações suspeitas e, principalmente, da tomada de decisão pelo especialista (Pinto *et al.*, 2014).

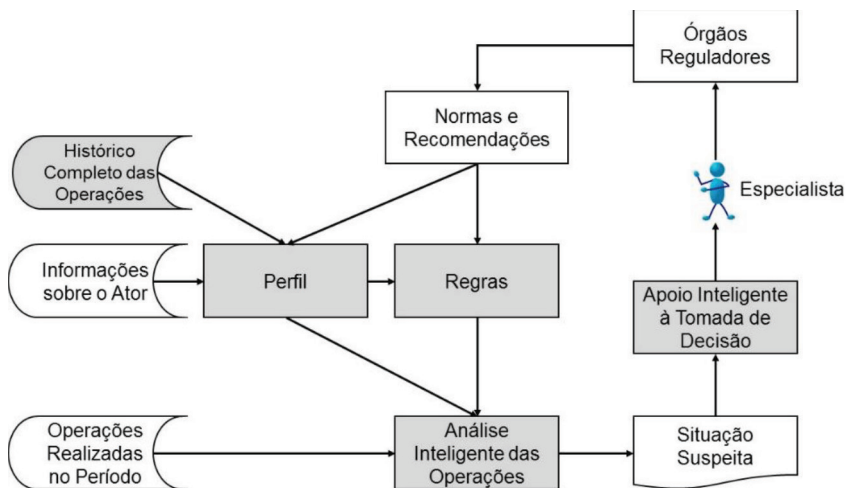


Figura 2 – Novo Fluxo Genérico de Combate a Fraudes

3.1. Abordagem baseada no comportamento transacional

Uma base com dados reais refletindo o comportamento transacional de clientes, possui uma significativa quantidade de atributos necessários para o controle e gestão do

negócio envolvido, sendo que nem todos são relevantes para uma busca de transações suspeitas. A seleção dos atributos relevantes e a possível geração de novos atributos, reflete a importância da fase de pré-processamento, que será descrita na seção seguinte.

Os atributos selecionados ou gerados, precisam refletir as principais características do universo de dados onde a anomalia é buscada, no caso, devem refletir a base de transações e permitir identificar comportamentos suspeitos (Paula *et al.*, 2016).

Neste trabalho é proposta a criação de vários atributos, que agregam quantidades e segmentam características, com o objetivo de estabelecer um perfil do comportamento transacional, dentro de um ciclo temporal, para cada ator do processo. O ciclo temporal tem relação direta com a natureza do negócio envolvido, apresentando a duração máxima possível (trimestral, semestral, anual, etc.).

3.2. Pré-processamento dos dados e formação dos perfis

Neste trabalho são utilizados dados reais de um banco brasileiro, referente a dois anos de transações do produto contas correntes. As contas dos 5,2 milhões de correntistas deste banco recebem, em média, 85 milhões de transações anuais.

A análise da base de dados mostrou que menos de 10% dos clientes são constituídos por pessoas jurídicas (empresas comerciais, indústrias, governos, etc.), no entanto, são responsáveis por mais de 90% dos valores totais envolvidos. Desta forma, visando uma melhor caracterização dos clientes, foi realizada a divisão da base de dados: uma somente com clientes singulares e outra com clientes tipo pessoa jurídica. Todo o procedimento descrito foi executado separadamente para cada base e está representado na Figura 3.

Entrada: Base Total de Transações-BTT	
1 Transações Relevantes-TR $\leftarrow$ análise da BTT	(Passo 1)
2 Perfis de Clientes-PC $\leftarrow$ seleção/geração de atributos da TR	(Passo 2)
3 Número de Clusters-k $\leftarrow$ Número de Atributos de PC - 1	(Passo 3)
4 enquanto k > 1 faça	
5 Conjunto de Clusters-Cl $\leftarrow$ Algoritmo de Classificação (<i>algc</i> (PC, k))	
6 Vetor Erro1-E1(k) $\leftarrow$ Calcula Erro na Classificação (<i>algr1</i> (Cl))	
7 Vetor Erro2-E2(k) $\leftarrow$ Calcula Erro na Classificação (<i>algr2</i> (Cl))	
8 k $\leftarrow$ k - 1	
9 fim enquanto	
10 Índice do Menor Erro-idx $\leftarrow$ Encontra o Menor (E1)	(Passo 4)
11 Classificação Final-CF $\leftarrow$ <i>algc</i> (PC, idx)	
12 Conjunto de Regras1-R1 $\leftarrow$ <i>algr1</i> (CF)	
13 Índice do Menor Erro-idx $\leftarrow$ Encontra o Menor (E2)	
14 Conjunto de Regras2-R2 $\leftarrow$ <i>algr2</i> (CF)	
15 retorna CF, R1, R2	(Passo 5)

Figura 3 – Algoritmo do Processo de Aprendizagem

De cada base foram excluídas as transações cujas características impedem a prática de branqueamento de capitais (tarifas, comissões, juros, impostos, etc.) (Figura 3 - Passo 1). A soma final das bases resultou em 35 milhões de transações relevantes.

Um ano de transações foi utilizado para a geração do perfil de comportamento transacional, ou seja, para cada cliente presente na base de transações foram agrupadas informações tais como: idade da conta; quantidade de movimentos gerados e de serviços utilizados; percentual de transferência de recursos para outros bancos e para contas do próprio banco; além da quantidade de movimentos agregados em 6 faixas de valores. O 12º atributo, denominado percentual de débito, representa, de forma ponderada no período analisado, o tempo que o recurso permaneceu na conta do cliente (Alexandre & Balsa, 2016) (Figura 3 - Passo 2).

3.3. Aprendizagem e geração de regras

A tabela de perfis dos clientes ativos no ano analisado ficou com 2,4 milhões de linhas, cada linha representando univocamente a tripla cliente, agência e conta. Esta tabela foi utilizada num processo de aprendizado indutivo não-supervisionado com *clustering*, para formação de grupos de clientes com características semelhantes e mutuamente exclusivos. O algoritmo K-means (*algc*) foi utilizado para classificação e os algoritmos PART e J48 (*algr1* e *algr2*) para geração das regras de produção, executados 11 vezes (número de atributos menos 1) (Figura 3 - Passo 3).

O modelo de *cluster* utilizado mostrou-se adequado ao permitir a interpretação dos agrupamentos sem a utilização de sofisticados esquemas de visualização (Castillo-Rojas *et al.*, 2017). Dois conjuntos de regras, um de cada algoritmo utilizado, com a menor quantidade de instâncias incorretamente classificadas foram selecionados (Figura 3 - Passo 4) e conjuntamente com os clusters que originaram essas regras representam o resultado final do processo (Figura 3 - Passo 5).

4. Abordagem Conservadora com Relação a Risco

A análise dos clusters gerados, para os dois segmentos de clientes, permitiu a identificação de características tais como: grande movimentação de valores elevados, com transferência integral para outras instituições financeiras (risco 3); ou movimentação de valores próximos do limite de comunicação aos órgãos reguladores (risco 2). Desta análise resultou a classificação mostrada na Tabela 1.

Com esta classificação é possível definir uma melhor estratégia, oferecendo tratamento diferenciado aos grupos de clientes, conforme seu nível de risco. Apesar do ótimo nível de acerto obtido na avaliação das regras geradas, em torno de 99% para ambos os segmentos de clientes, um por cento de erro representa mais de 26 mil transações e não podem ser desprezadas.

A matriz de confusão gerada pelos algoritmos identificou as regras que por serem aplicáveis a dois ou mais grupos de clientes compõem o 1% de erro mencionado. Ou seja, regras classificam clientes como pertencentes a mais de um perfil. A decisão foi então reclassificar os perfis que não representam risco ou têm baixo risco (perfis 1, 2 e 3), conforme mostra a Tabela 1. Dessa forma, a transação que pertencer a um desses 3

grupos será reclassificada, somente para efeito de análise, para uma regra nos perfis de risco mais elevado que satisfaça a condição.

Por exemplo, na base de dados utilizada para *data mining*, 33 regras classificam os clientes pessoas singulares como pertencentes aos perfis de risco 2 e 3, correspondendo a 1,85% do total. Contudo, estas regras também classificam 0,06% de clientes originalmente pertencentes ao perfil padrão. A reclassificação consiste em, durante o processo de busca por transação suspeita, considerar esses clientes padrão como pertencentes aos grupos de risco, sem modificar a classificação original.

4.1. Criação de regras normativas e baseadas no comportamento

A classificação dos perfis também permite a criação de regras específicas, quer sejam baseadas nos normativos vigentes, quer sejam inspiradas no comportamento transacional. Conforme já mencionado, este trabalho utilizou um ano de informações para geração dos perfis, obtendo totais mensais e permitindo selecionar valores máximos dentro do ano para cada atributo relevante.

Foi estabelecido que a busca por transações suspeitas retroagirá sempre um mês a partir da data solicitada para análise, desta forma será sempre utilizado o comportamento de 1 mês de transações para efeito de comparação com os perfis.

Para os perfis de risco, as regras utilizarão sempre cálculos em torno do maior valor mensal encontrado para cada atributo e, para os demais perfis, será utilizado como limite o valor total anual, conforme consta da Tabela 1.

Perfil	Pessoa Singular	Outro Tipo de Cliente	Reclassifica Perfil	Valor Limite
1. Baixa Utilização	Cluster4	Cluster4	Sim	Total anual
2. Cliente Padrão	Cluster2	Cluster1	Sim	Total anual
3. Risco 1 (baixo)	Cluster1	-	Sim	Máximo mensal
4. Risco 2 (médio)	Cluster5	Cluster3	Não	Máximo mensal
5. Risco 3 (alto)	Cluster3	Cluster2	Não	Máximo mensal

Tabela 1 – Classificação dos perfis gerados

O banco de regras criado deve ser o mais estável possível, posto que se transformará em crenças a serem utilizadas pelos agentes, possibilitando tomada de decisão consistentes e coerentes. No entanto, é possível que a instituição financeira utilizadora do sistema deseje, numa determinada análise, ser mais rigorosa quanto aos valores limites, o que levaria, inevitavelmente, a modificação nas regras. Para contornar esta situação, foi parametrizado um percentual intitulado Margem Adicional de Risco (MAR), cuja atribuição ficará a critério da instituição utilizadora e que aplicado sobre os valores limites reduzem-no pelo percentual indicado. Nos testes realizados para este artigo, referido percentual foi mantido em zero.

A Figura 4 mostra que quando a MAR é maior que zero (o que está indicado em setembro, e no Total) os perfis de risco 2 e 3 têm seu limite reduzido pelo percentual indicado. O mesmo ocorre com os demais perfis, sendo que estes em relação ao valor total anual.

O perfil de risco 1, por ser perfil de alerta, não é afetado pela MAR. Quando a MAR é igual a zero os perfis de risco utilizam o mesmo valor limite e os demais perfis utilizam o valor total anual, sem reduções.

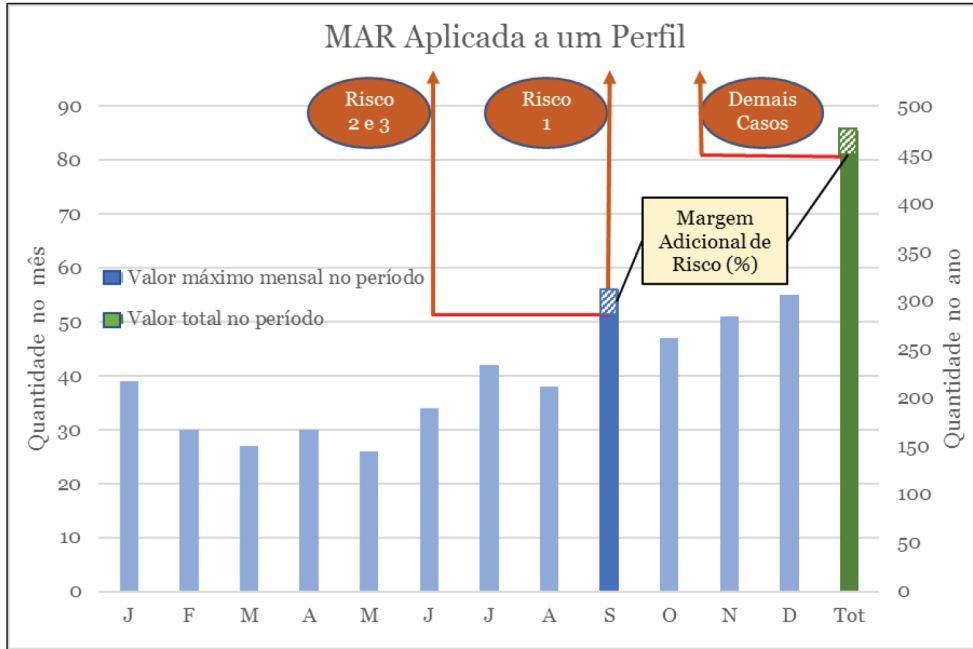


Figura 4 – Aplicação da Margem Adicional de Risco

5. Modelo dos Agentes

A maioria dos sistemas existentes atualmente para suportar o processo de anti-branqueamento de capitais (ABC), concentra-se na fase do processo referente a captura de transações suspeitas, transferindo para o Analista de ABC a tarefa de comprovação da suspeição. Além disso, boa parte dessas soluções são fortemente baseadas em parametrizações que, basicamente, aplicam os normativos vigentes.

O desempenho desses sistemas está refletido no resultado da pesquisa realizada em 2014 com 317 profissionais especialistas em ABC e técnicos de conformidade, de instituições financeiras de 48 países, mostrando que apenas 58% acreditam que os sistemas existentes em suas organizações são capazes de monitorar adequadamente as transações ocorridas nas diversas linhas de negócios³.

Esta situação motiva este trabalho na proposição de uma solução que integra técnicas de *data mining* a um sistema multiagente com o propósito de capturar transações suspeitas

3 <https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2014/01/global-anti-money-laundering-survey.html>

de branqueamento de capitais e auxiliar o Analista de ABC na tomada de decisão. Na modelagem do sistema foi utilizada a metodologia *Prometheus* (Padgham & Winikoff, 2004). A implementação está sendo realizada no *framework* JaCaMo (Boissier *et al.*, 2013) que utiliza a linguagem Jason (Bordini, Hübner & Wooldridge, 2007).

A Figura 5 mostra, de forma simplificada, um dos diagramas da *Prometheus Design Tool*⁴(PDT), com a arquitetura final do sistema. O diagrama ressalta os agentes, as bases de dados externas (DB), as bases de conhecimento (KB) e a interação dos agentes com o ambiente e os Analistas de ABC. O grupo de agentes responsáveis pela captura de transação suspeita (CTS) que são especializados por produto da linha de negócios de uma instituição financeiro (contas correntes, câmbio, fundos de investimento, empréstimos, etc.). Esta especialização oferece duas grandes vantagens: a primeira é que cada agente pode ser aprimorado com as especificidades do produto e dos perfis dos clientes, que podem mudar em cada produto; a segunda diz respeito aos princípios de manutenibilidade e de escalabilidade, ou seja, um produto vigente pode ser descontinuado (morte de um CTS) e um novo produto pode ser criado (novo CTS) sem que isso interfira no funcionamento dos demais agentes.

Na análise das transações os CTS utilizam as regras de produção vigentes, geradas com base nos perfis dos clientes, nos normativos sobre ABC e nas normas internas da instituição financeira. Atuam em duas modalidades: busca por transação ou busca por cliente. Na busca por transação a base histórica de transações é analisada integralmente, dentro do período informado, enquanto na busca por cliente, somente as transações relacionadas ao cliente informado são analisadas.

Um agente é responsável pela gerencia da captura de transações (GCT), ele pode receber uma solicitação externa de análise e comandar para execução pelo CTS especialista ou comandá-la autonomamente. Ao receber a informação de um CTS de que uma transação suspeita foi identificada, comanda uma análise na modalidade busca por cliente para os demais CTSs responsáveis por produtos que constem do perfil do referido cliente. Somente o GCT tem conhecimento de quantos e quais são os CTSs existentes. Após todos os CTSs acionados terem enviado mensagens de resposta ao comando de análise, o GCT comunica ao agente auxilia processo decisório (APD) a existência de transações suspeitas.

O agente APD é responsável por aprofundar a análise e decidir sobre a suspeição da transação, confirmando-a ou não. A utilização de conhecimento específico sobre o produto e de uma matriz de decisão baseada no histórico de decisões tomadas, permitem ao agente decidir sobre a suspeição ou, quando não é possível chegar a uma decisão, sinalizar para o Analista de ABC sobre a existência de um caso complexo. As decisões tomadas pelo agente, bem como aquelas informadas pelo Analista, são guardadas no histórico de decisões e são utilizadas no aprendizado para evolução da matriz de decisão. Este agente também sugere alterações na matriz de decisão e pela atualização desta base de conhecimento, após as sugestões serem validadas.

4 <https://sites.google.com/site/rmitagents/software/prometheusPDT>

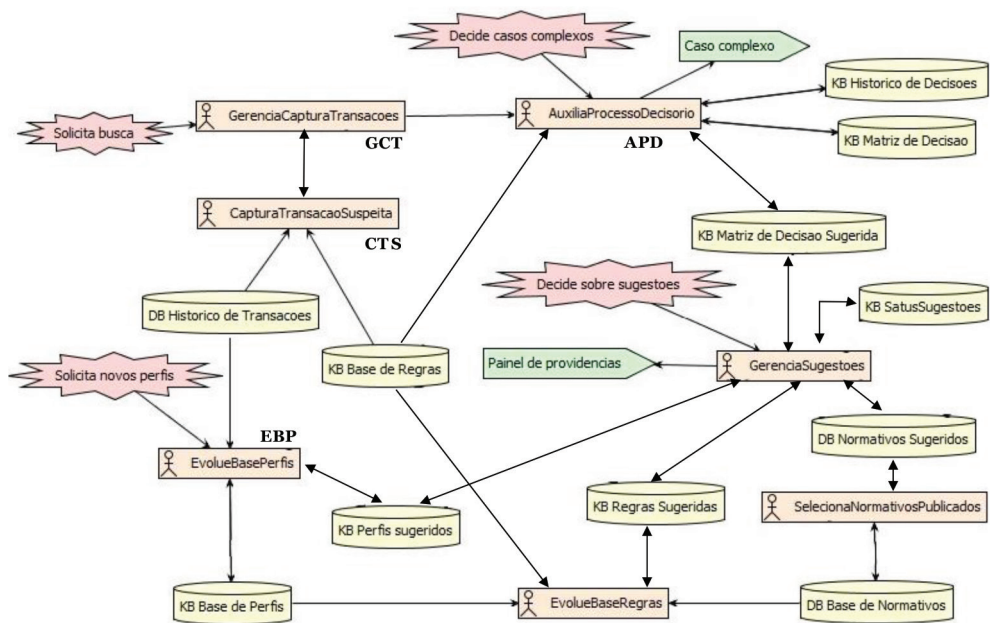


Figura 5 – Arquitetura do Sistema Proposto

O agente evolui base de perfis (EBP) atua na análise do histórico de transações para geração de perfis de clientes e posterior comparação com a base de perfis existente. Este processo pode ser acionado por uma solicitação do usuário ou de forma autônoma pelo agente. Os possíveis novos perfis surgidos são sugeridos para o Analista de ABC, para análise. O agente EBP atualiza a base de perfis com os perfis que forem validados.

As evoluções das bases de conhecimento e o aprendizado previstos no sistema visam, primordialmente, mitigar o risco da ocorrência de falso positivo e/ou falso negativo, existente em sistema baseados unicamente em um conjunto de regras e padrões de comportamento (Gao *et al.*, 2006) e (Le-Khac & Kechadi, 2010).

6. Análise dos Resultados

Os dados reais utilizados neste trabalho referem-se a 2 anos, com 30,5 milhões e 35,2 milhões de transações relevantes, respectivamente. Os perfis de comportamento transacionais dos clientes foram gerados a partir dos dados do primeiro ano, constituindo a base de referência. A busca por transações suspeitas foi realizada em um mês de transações relevantes do segundo ano, resultando em 2,6 milhões de transações. Sobre estas transações foram gerados 516.942 perfis de comportamento transacionais dos clientes no período.

O processo de busca por transações suspeitas, implementado até o momento, pode ser dividido em 3 fases: a reclassificação dos perfis ou ajuste da matriz de confusão; a captura

das transações suspeitas; e a análise das transações capturadas. A Figura 6 mostra um resumo com informações do ambiente e a quantidade de transações suspeitas.

```

== Processo de captura iniciado ... 20:16:30

444.819 perfis selecionados      Margem Adicional de Risco: 0%

Fase 1 - Reclassificação dos Perfis (ajuste matriz de confusão)
Aplica regras geradas no processo de aprendizagem
(1) Pessoas Singulares/Físicas   49 regras   Versão: 30112016.01
(2) Outros Tipos de Pessoa       55 regras   Versão: 30112016.01
----- (1) ----- (2) -----
Perfis-----Original Ajuste---Original Ajuste
Baixa utilização    60.241      0      4.552      0
Padrão              295.424    -413    6.853     -5
Alerta              4.768      0      0         0
Risco               4.886     +39    8.472      0
Alto Risco          21.305    +374   38.318     +5
Erro                0         0      0         0
Total de Perfis     386.624                    58.195

Fase 2 - Captura transações suspeitas (aplica regras)
  5 regras baseadas em normativos      versão: 02032017.01
 20 regras baseadas nos perfis         versão: 02032017.01

182 perfis suspeitos
0.0409% dos perfis analisados

== Processo de captura concluído ... 22:23:37

```

Figura 6 – Resultado Fases 1 e 2

O sistema utiliza como crenças um conjunto de 129 regras, bem como a classificação dos clientes nos perfis indicados. Essas crenças são reavaliadas uma única vez, ocasião em que 418 perfis foram reclassificados, saindo do perfil Padrão para perfis de risco, somente nesta análise. No final 182 perfis são indicados como suspeitos e suas transações precisam ser analisadas.

O resultado da fase 3 do processo é mostrado na Figura 7. A distribuição dos suspeitos por perfil, com seu respectivo percentual, alerta para a concentração de 52% dos suspeitos no perfil de risco 3 (Alto Risco). Com o objetivo de auxiliar o especialista na análise das transações, os suspeitos são agrupados pela regra acionada na sua captura (mais de uma regra pode ser acionada para o mesmo perfil).

Em função do sigilo legal envolvido nas informações, a Figura 7 mostra apenas dois perfis com parte dos detalhes envolvidos, devidamente descaracterizados. No entanto, é possível observar o texto de algumas regras que ressaltam a relevância das suspeitas, como por exemplo a regra legal BCXX2016003, originada no normativo do Banco Central Brasileiro

```

== Processo de análise iniciado ... 23:14:32

Fase 3 - Análise das transações sinalizadas
Captura realizada em: 23/3/2017  Analisados: 444.819 perfis  Margem Adicional de Risco(MAR): 0%

Distribuição dos suspeitos por perfil:
Baixa utilizacao - 8 4%
Padrao - 32 18%
Alerta - 1 1%
Risco - 47 26%
Alto Risco - 94 52%
Total Suspeitos - 182

Foram ativadas 15 regras, que ocorreram 184 vezes:
BCXX2016002 - 9 PCXX2016003 - 13 PCXX2016014 - 1
BCXX2016003 - 20 PCXX2016004 - 1 PCXX2016015 - 48
BCXX2016004 - 4 PCXX2016005 - 1 PCXX2016017 - 4
PCXX2016001 - 1 PCXX2016006 - 18 PCXX2016018 - 15
PCXX2016002 - 27 PCXX2016012 - 6 PCXX2016020 - 16

Análise de 182 suspeitos, iniciando no número 1. Regra específica(["Todas"])
Suspeito: 1 / 25 Cliente-██████ Agencia-██████ Conta-██████ (21 anos) Status-risco3 (K/ot)
(Atributo - total anual / valor máximo no mês / valor no mês)
Serv - 46 / 9 / 4 Mov - 1776 / 830 / 8
FxFVlr1 - 19 / 11 / 0 FxFVlr4 - 222 / 117 / 0
FxFVlr2 - 101 / 74 / 0 FxFVlr5 - 109 / 60 / 4
FxFVlr3 - 1312 / 709 / 0 FxFVlr6 - 13 / 6 / 4
PctDEB - 111.11 / 111.11 / 92.31 PctTED - 0 / 0 / 0
PctDOC - 0 / 0 / 0
BCXX2016003-Queda acentuada na movimentação em perfil de alta movimentação (CC.3542.1.IV.f)
-----
Suspeito: 74 / 137149 Cliente-██████ Agencia-██████ Conta-██████ (11 anos) Status-risco3 (J/ot)
(Atributo - total anual / valor máximo no mês / valor no mês)
Serv - 31 / 4 / 4 Mov - 92 / 15 / 12
FxFVlr1 - 0 / 0 / 0 FxFVlr4 - 0 / 0 / 0
FxFVlr2 - 0 / 0 / 0 FxFVlr5 - 39 / 4 / 2
FxFVlr3 - 0 / 0 / 0 FxFVlr6 - 53 / 12 / 10
PctDEB - 92.47 / 98.64 / 96.03 PctTED - 19.79 / 78.9 / 83.5
PctDOC - 0 / 0 / 0
PCXX2016006-PctTED > (MAR x máximo mensal) e FxFVlrs4-6 >= 90% do movimento mensal(Perfis de risco)

```

Figura 7 – Resultado Fase 3

que sinaliza uma queda acentuada na movimentação de um perfil que, normalmente, tem alta movimentação. Os normativos dos bancos centrais dos países, geralmente, recomendam investigar esta mudança de comportamento pois pode representar a parada de um período no qual ocorreu o branqueamento de capital. O percentual de 0,0409% de suspeitos, para um mês de transações, mostra-se exequível para a análise humana.

O sistema atualmente em utilização na instituição financeira fornecedora dos dados é fortemente baseado em valores limites pré-fixados e informações cadastrais, tipo renda/faturamento e atividade econômica. Assim sendo, as transações suspeitas agora indicadas incluem apenas algumas das suspeitas efetivamente identificadas e comunicadas aos órgãos de controle. As suspeitas baseadas no comportamento transacional dos clientes estão em análise visando atestar seu grau de precisão.

7. Conclusões

É crescente a preocupação da indústria financeira e dos governos com o crime de branqueamento de capitais, quer seja pelos recursos perdidos, quer seja pelas consequências deste crime que, normalmente, financiam outros crimes.

Os sistemas atualmente em utilização pelas instituições financeiras são fortemente baseados em informações cadastrais, a proposta aqui apresentada analisa o comportamento transacional dos clientes, estabelece um perfil e utiliza-o como balizador para comportamento futuro. Os resultados obtidos mostram a viabilidade de utilização sistemática e estabelece nova frente de combate a este crime.

A verificação real das suspeitas sinalizadas estão em andamento e o próximo passo é fazer com que o agente de auxílio ao processo decisório aprenda com as decisões tomadas pela Analista de Anti-Branqueamento de Capitais e passe a sinalizar somente os casos inéditos.

Referências

- Alexandre, C., & Balsa, J. (2015). A Multiagent Based Approach to Money Laundering Detection and Prevention. In *Proceedings of the ICAAI*, (vol 1, pp. 230-235). Lisbon: SciTePress. doi:10.5220/0005281102300235
- Alexandre, C., & Balsa, J. (2016). Integrating Client Profiling in an Anti-money Laundering Multi-agent Based System. In *New Advances in Information Systems and Technologies* (pp. 931-941). doi:10.1007/978-3-319-31232-3_88
- Boissier, O., Bordini, R. H., Hübner, J. F., Ricci, A., & Santi, A. (2013). Multi-agent Oriented Programming with JaCaMo. *Sci. Comput. Program*, 78, 747–761. doi:10.1016/j.scico.2011.10.004
- Bordini, R. H., Hübner, J. F., & Wooldridge, M. (2007). Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak Using Jason (Wiley Series in Agent Technology). John Wiley & Sons.
- Canas, V. (2004). *O Crime de Branqueamento: Regime de Prevenção e de Repressão*. Coimbra, Portugal: Almedina Ed.
- Castillo-Rojas, W., Medina-Quispe, F., & Vega-Damke, J. (2017). Esquema de Visualización para Modelos de Clústeres en Minería de Datos. *RISTI- Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (21), 67–80. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.21.67-80>.
- Chandola, V., Banerjee, A., & Kumar, V. (2009). Anomaly Detection: A Survey. *ACM Comput. Surv*, 41(3), 15. doi:10.1145/1541880.1541882
- Cser, A. (2017). *The Truth About Machine Learning in Fraud Prevention* [Video webinar]. Retrieved March 23 2017, from <http://info.kount.com/webinar/machine-learning>.
- Gao, S., Xu, D., Wang, H., & Wang, Y. (2006). Intelligent Anti-Money Laundering System. In *Proceedings of IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics*, (pp. 851-856). Shanghai, China: IEEE. doi:10.1109/SOLI.2006.328967
- Kingdon, J. (2004). *AI fights money laundering*. *Intelligent Systems*, IEEE, 19, 87–89. doi:10.1109/MIS.2004.1

- Larik, A. S., & Haider, S. (2011). Clustering based anomalous transaction reporting. *Procedia Computer Science*, 3, 606–610. doi: 10.1016/j.procs.2010.12.101
- Laxman, S. (2014). *The Fight Against Fraud*. Retrieved March 2017, from <https://iaonline.theiia.org/the-fight-against-fraud>
- Le-Khac, N., Markos, S., & Kechadi, M. T. (2009). *Towards a New Data Mining-Based Approach for Anti-Money Laundering in an International Investment Bank*. ICDIF2C (pp. 77-84). doi:10.1007/978-3-642-11534-9_8
- Le-Khac, N., & Kechadi, M. T. (2010). Application of Data Mining for Anti-money Laundering Detection: A Case Study. In *Proceedings of the 2010 IEEE ICDMW* (pp. 577-584). doi:10.1109/ICDMW.2010.66
- Liu, X., & Zhang, P. (2010). A Scan Statistics Based Suspicious Transactions Detection Model for Anti-money Laundering (AML) in Financial Institutions. In *Proceedings of Mediacom 2010* (pp. 210-213). doi:10.1109/MEDIACOM.2010.37
- Madinger, J. (2012). *Money Laundering: A Guide for Criminal Investigators* (Third ed.). Abingdon: Taylor & Francis Group.
- Norambuena, B. K., & Zepeda, V. V. (2017). Minería de procesos de software: una revisión de experiencias de aplicación. *RISTI- Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (21), 51–66. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.21.51-66>.
- OTA. (1995). *Information Technologies for the Control of Money Laundering* (2 ed., Vol. 2). Washington, DC: Congress of the US. Retrieved March, 2017, from <https://books.google.pt/books?id=TPdkrX2qkEAC>
- Padgham, L., & Winikoff, M. (2004). *Developing Intelligent Agent Systems: A Practical Guide*. New York, NY, USA: John Wiley & Sons Inc.
- Paula, E., Ladeira, M., Carvalho, R., & Marzagão, T. (2016). Deep Learning Anomaly Detection as Support Fraud Investigation in Brazilian Exports and Anti-Money Laundering. In *Proceedings of 15th IEEE ICMLA* (pp. 954-960). doi:10.1109/ICMLA.2016.0172
- Pinto, T., Vale, Z., Sousa, T., Praça, I., Santos, G., & Morais, H. (2014). Adaptive learning in agents behaviour: A framework for electricity markets simulation. *Integrated Computer-Aided Engineering*, 21, 399–415. doi:10.3233/ICA-140477
- Rajput, Q., Khan, N. S., Larik, A. S., & Haider, S. (2014). Ontology Based Expert-System for Suspicious Transactions Detection. *Computer and Information Science*, 7, 103–114. Retrieved March, 2017, from doi:10.5539/cis.v7n1p103
- Sabau, A. S. (2012). Survey of Clustering based Financial Fraud Detection Research. *Informatica Economica*, 16, 110–122.
- Scholkopf, B., Platt, J. C., Shawe-Taylor, J. C., Smola, A. J., & Williamson, R. C. (2001). Estimating the Support of a High-Dimensional Distribution. *Neural Computing*, 13, 1443–1471. doi:10.1162/089976601750264965

- Schott, P. A. (2006). *Reference Guide to Anti-Money Laundering and Combating the Financing of Terrorism: Second Edition and Supplement on Special Recommendation IX*. Washington, DC: The World Bank and The IMF.
- Senator, T. E., Goldberg, H. G., Wooton, J., & Wong, R. W. (1995). The Financial Crimes Enforcement Network AI System (FAIS) Identifying Potential Money Laundering from Reports of Large Cash Transactions. *AI Magazine*, 16, 21–39. Retrieved March, 2017, from doi:10.1609/aimag.v16i4.1169
- Tang, J., & Yin, J. (2005). Developing an intelligent data discriminating system of anti-money laundering based on SVM. In *Proceedings of 2005 International Conference on*, (vol 6 pp. 3453-3457). doi:10.1109/ICMLC.2005.1527539
- UNODC. (2014). *United Nations Office on Drugs and Crime - Annual Report 2014*. Retrieved March, 2017, from https://www.unodc.org/documents/AnnualReport2014/Annual_Report_2014_WEB.pdf
- Xu, D., & Gao, S. (2010). Real-Time Exception Management Decision Model (RTEMDM): Applications in Intelligent Agent-Assisted Decision Support in Logistics and Anti-Money Laundering Domains. In *Proceedings of 43rd HICSS*, (pp. 1-10). doi:10.1109/HICSS.2010.314
- Xuan, L., & Pengzhu, Z. (2007). An Agent Based Anti-Money Laundering System Architecture for Financial Supervision. In *Proceedings of WiCom 2007* (pp. 5472-5475). doi:10.1109/WICOM.2007.1340
- Zhang, Z., Salerno, J. J., & Yu, P. S. (2003). Applying Data Mining in Investigating Money Laundering Crimes. In *Proceedings of the Ninth ACM SIGKDD* (pp. 747-752). New York, NY, USA: ACM. doi:10.1145/956750.956851

JK-Meta-Biplot y STATIS Dual como herramientas de análisis de tablas textuales múltiples

Daniel Caballero-Juliá¹, M^a Purificación Galindo Villardón², Marie-Carmen García³

daniel.caballero-julia@univ-tlse3.fr, pgalindo@usal.es, marie-carmen.garcia@univ-tlse3.fr

¹ CRESCO Université Toulouse III Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062, Toulouse, Francia

² Universidad de Salamanca, Calle Alfonso X El Sabio s/n. 37007 Salamanca, España

³ CRESCO Université Toulouse III Paul Sabatier, 118 Route de Narbonne, 31062, Toulouse, Francia

DOI: 10.17013/risti.25.18-33

Resumen: El artículo, en primer lugar, expone brevemente los modos de análisis estadístico de datos textuales, así como de análisis cualitativo comúnmente utilizado en ciencias sociales. En un segundo momento, se propone un nuevo tratamiento de los datos con el fin de poder utilizar ambos modos de análisis de forma combinada a la hora de trabajar con múltiples textos de manera simultánea. En el artículo se detalla un procedimiento en el que se utilizan el STATIS Dual y el JK-Meta-Biplot, técnicas multivariantes que representan gráficamente una nube de puntos multidimensional en un espacio de dimensión reducida, para representar la estructura consenso de distintas participaciones a un cuestionario cualitativo. Dicho cuestionario recoge las trayectorias biográficas de profesionales españoles de la Expresión Corporal.

Palabras-clave: Análisis Estadístico de Datos Textuales; JK-Meta-Biplot; STATIS-Dual; Expresión Corporal; cuestionario

JK-Meta-Biplot and STATIS Dual as multiple textual tables tools

Abstract: First, the article briefly shows the manner of statistical analysis of textual data and qualitative analysis that are usually used in social sciences. In a second place, we propose a new treatment of data in order to be able to use both modes of analysis in combination when working with multiple texts simultaneously. The article details the procedure which uses the STATIS Dual and JK-Meta-Biplot analysis, two multivariate techniques graphing a multidimensional cloud of points in low dimension, in order to represent the consensus structure of different entries to a qualitative questionnaire. This questionnaire collects biographical trajectories of Spanish professionals of Corporal Expression.

Keywords: Statistical Analysis of Text; JK-Meta-Biplot; STATIS Dual; Corporal Expression; Questionnaire

1. Introducción

El desarrollo del Análisis Estadístico de Datos Textuales (AEDT) fue posible, a partir de los años sesenta, gracias a la aparición de herramientas informáticas que permitían la aplicación de nuevos algoritmos complejos (Beaudouin, 2016).

En un primer momento abordaremos la Expresión Corporal (EC), disciplina relativamente reciente y muy variada ligada a las actividades artísticas (danza, teatro, mímica...), a partir de un corpus textual procedente de un cuestionario de respuestas abiertas. Acto seguido, explicaremos cómo analizarlo de forma automática, tras realizar una breve exposición de los métodos estadísticos multivariantes empleados tradicionalmente en AEDT, incorporando la utilización del JK-Meta Biplot (Vicente et al., 2001) y el STATIS Dual (Escoufier, 1985; L'Hermier des Plantes, 1976) teniendo en cuenta el trabajo de codificación cualitativa realizado en una fase previa de análisis cualitativo clásico.

El objetivo principal de este artículo reside entonces en mostrar las posibilidades de estas herramientas a la hora de analizar distintos documentos/discursos de manera conjunta desde la perspectiva del AEDT. Así los objetivos específicos serán: primero, aprovechar la codificación cualitativa del objeto; segundo, aprovechar la capacidad de reducción de la complejidad de las técnicas multivariantes; tercero, obtener una representación gráfica de la estructura consenso de los distintos discursos y cuarto, mostrar las ventajas e inconvenientes de la aplicación de cada técnica multivariante a la hora de obtener dicha estructura.

2. Objeto y método de investigación.

2.1. El análisis cualitativo de las trayectorias biográficas de los profesionales en Expresión Corporal en España

La EC es, en España, una disciplina relativamente reciente (a partir de los 60) desarrollada por múltiples personalidades provenientes de espacios como la danza o el teatro (Ferrari, 2012; Sánchez, 2009) y cuyos dominios de aplicación son diversos (artístico, pedagógico o terapéutico). Nuestra investigación aborda el análisis de las trayectorias de profesionalización en EC en territorio español trabajando con una población compuesta por profesionales españoles de EC.

Con el fin de analizar las trayectorias de dichos profesionales sobre cuatro grandes dimensiones (formación, vida profesional, ocio y vida diaria, con especial insistencia sobre el papel que juega la EC en cada una de ellas), se ha obtenido un material compuesto por el texto procedente de las respuestas a preguntas abiertas a un cuestionario administrado en Google Forms® el cual emula las preguntas realizadas en el transcurso de entrevistas semi-estructuradas. El corpus textual ha sido analizado en diferentes etapas asociando los métodos de análisis cualitativos de las ciencias sociales con el AEDT.

La primera etapa de nuestro análisis reposa sobre la comprensión de los fenómenos y de las representaciones sociales. Está fundamentada en el análisis cualitativo propuesto por Murillo et Mena (2006) y Escobar & Román (2011). Y se trata de extraer las unidades de significación aportadas por los propios actores y analizar su manera de estructurarse en el discurso.

Para tal extracción, hemos procedido a la codificación del texto, procedimiento habitual del análisis cualitativo. Más concretamente utilizamos el sistema de codificación

propuesto por Murillo y Mena (2006) y por Escobar y Román (2011), que diferencia entre códigos de “sentido” (unidades de significación) y de “referencia” (objeto/s mencionados por el individuo). Atribuyendo tanto códigos emergentes como códigos previstos *a priori* a las frases del texto obtenemos 32 códigos de “sentido” y 22 códigos de “referencia”.

2.2. Del análisis cualitativo al análisis estadístico textual: un método de análisis textual combinado

La participación de la escuela francesa de análisis de datos, donde una de las figuras más representativas es Benzècri, ha sido de una importancia crucial para el desarrollo del AEDT (Beaudouin, 2016). Benzècri (1973) postuló los principios del Análisis Factorial de Correspondencias AFC que permitía el análisis de Tablas de Contingencia y sobre todo, ponía el acento en la visualización de las proximidades entre diferentes variables ubicándolas sobre dos o más ejes factoriales. Haciendo así posible la interpretación por parte del investigador, gracias a la proyección de una nube de datos de un espacio multidimensional dentro de un espacio de dos dimensiones, “incluso cuando éste no conoce las sutilezas del método” (Beaudouin, 2016, p. 20).

Siguiendo esta tradición, Lebart, Salem et Bécue (1988, 1994; 2000) han elaborado una “caja de herramientas” de los métodos estadísticos más importantes para en el análisis de datos textuales, incluyéndose entre ellos el AFC (simple y múltiple) y el Análisis de Clasificación Jerárquica Ascendente (CJA). Éste último método ha sido utilizado y criticado, por ejemplo, por Dalud-Vincent (2011) para el análisis de datos procedentes de entrevistas semi-estructuradas utilizadas en estudios sociológicos con el apoyo del software ALCESTE¹. Martin, Adèle et Reutenauer (2016) más recientemente, han utilizado otros programas tales como Sonal o TXM (Heiden, Magué, & Pincemin, 2010) para el análisis de este tipo de entrevistas.

En línea con los trabajos de Lebart, Osuna (2006) propone como alternativa al AFC la utilización de los métodos Biplots (Gabriel, 1971) que permitía, igualmente, la representación simultánea de los datos fila y columna de una matriz $X_{n \times p}$ proyectando la nube de puntos de un espacio multidimensional en un espacio de dos dimensiones.

2.3. Análisis Biplot de múltiples tablas léxicas

La segunda fase de nuestro proceso de análisis implica la aplicación del AEDT descrito por Caballero, Vicente y Galindo² (2014b) donde se utiliza la codificación cualitativa obtenida en la primera fase para crear la matriz de datos (38 en nuestro caso). En cada una de ellas se encuentra todo el contenido textual recogido a través de las preguntas del cuestionario utilizado. Esto implica que cada tabla (que llamaremos Tabla Léxica) es capaz de representar de forma independiente todo el discurso de cada cuestionario así como el análisis cualitativo que previamente se ha realizado sobre el mismo.

1 Resulta interesante acercarse a los trabajos de Reinert (1991, 1992), alumno de Benzècri, que retoman el AFC y CJA en el programa ALCESTE.

2 Este método de análisis textual propone la conversión del texto procedente de grupos de discusión en tablas de frecuencia corregidas y después analizadas con ayuda del HJ-Biplot (Galindo, 1986).

La metodología que aquí se propone, aprovecha dicho análisis transformando en variables o columnas de la matriz, los códigos obtenidos en la primera fase. Esto nos permitirá, como veremos, conocer su estructura. Al mismo tiempo, se reconstruye el discurso a partir de la recomposición de las frases más características de cada código cualitativo. Existen diversas propuestas para seleccionar las unidades más significativas (por ejemplo, palabras) así como maneras de representarlas. De entre ellas, cabe destacar la propuesta de Contreras, Arias Masa, Luengo y Casas García (2015) que utiliza la Teoría de los Conceptos Nucleares en asociación con las Redes Asociativas Pathfinder. Nuestra propuesta parte, sin embargo, del interés por obtener el discurso característico de cada código cualitativo. Es por ello que nuestras tablas léxicas disponen en las filas de la matriz cada una de las palabras que han sido utilizadas para responder al cuestionario.

El resultado es una tabla léxica con palabras en las filas que han sido agrupadas dentro de códigos cualitativos, los cuales figuran como variables en las columnas de la matriz. Dado que dicha operación se realiza para cada una de las intervenciones (cuestionarios en nuestro caso, pero aplicables a entrevistas, grupos de discusión, etc.), esta operación tiene, en suma, como resultado la acumulación de múltiples tablas (ver Figura 2).

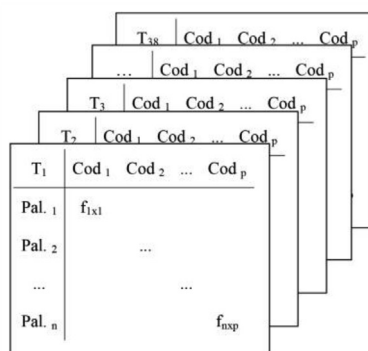


Figura 1 – Conjunto de tablas léxicas

Para reducir el volumen total de palabras y facilitar así el análisis, una vez obtenidas todas las tablas de frecuencias aplicamos el protocolo³ propuesto por Lebart, Salem et Bécue (2000) de *normalización*, que previene posibles errores de interpretación debidos a los diferentes modos de escritura; *segmentación*, que delimita las unidades léxicas que van a ser contabilizadas (palabras, frases...) y *lematización*, que estandariza y simplifica las expresiones contenidas en las unidades léxicas (verbos al infinitivo, nombres y adjetivos al singular⁴, etc.).

Acto seguido, aplicamos a cada tabla Tk el Valor de Caracterización descrito por Caballero (2011, pp. 33-35; Caballero et al., 2014b). Se trata pues de un factor de corrección que

3 Para más detalles sobre el protocolo consultar (Caballero, 2011; Caballero et al., 2014b; Lebart et al., 2000; Osuna, 2006)

4 El protocolo propuesto por Lebart et al. Así como por Osuna cambia además, los nombres y los adjetivos al masculino. Nosotros aquí conservamos ambas formas (ej: 1 chico + 1 chica = 2 chico/a).

además de reducir el volumen de datos a analizar, permite la redistribución de los pesos con el criterio de exclusividad en lugar del de “altas frecuencias”. Responde a la fórmula:

$$f'_{np} = \frac{f_{np}}{\sqrt{\max_i \sqrt{\max_j}}}$$

Donde f'_{np} representa el nuevo valor de la frecuencia, f_{np} el valor original $n \times p$ y $\max_i$ y $\max_j$ contienen el máximo de línea y el máximo de columna respectivamente.

El material queda así listo para su análisis estadístico. Para ello, proponemos una comparación entre una técnica “clásica” para el análisis de tablas de tres índices, el STATIS Dual, y el JK-Meta Biplot, que sigue la línea de análisis abierta por los estudios del Biplot.

El análisis con el método STATIS fue introducido por L'Hermier des Plantes (1976) y Escoufier (1980, 1985) ⁵ para el tratamiento conjunto de varias tablas de datos. El método reposa sobre el principio de una configuración inicial de la matriz $n \times p$ con p variables que están medidas para n individuos en q ocasiones. Para el análisis STATIS Dual, cuya explicación matemática ha sido resumida en la Figura 2, se requieren tres niveles de análisis (Lebart, Morineau, & Piron, 1995) : en primer lugar, se captura la estructura factorial de cada tabla de datos M_k a partir de la covariancia/matriz de correlación entre las variables:

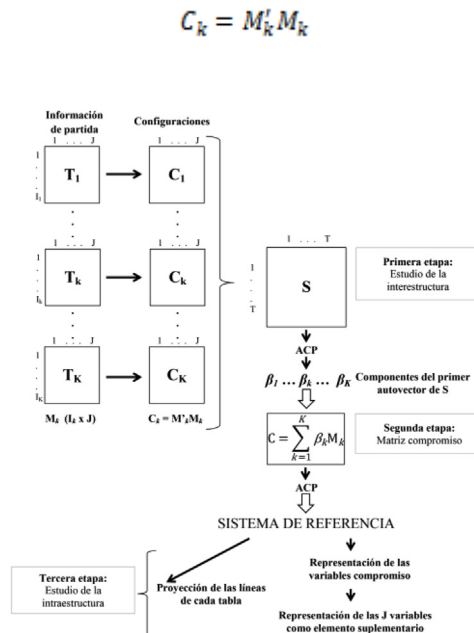


Figura 2 – Esquema de análisis STATIS Dual.

⁵ Ver también Pagès et al. (1976).

La comparación entre las configuraciones C_k requiere de un producto interno. En este caso el producto interno de Hilber-Schmidt:

$$\langle C_k | C_k \rangle_{\text{Hilber-Schmidt}} = \text{tr}(C_k C_k')$$

A partir de esta matriz de correlaciones se calculan los valores y vectores propios de la matriz con el Análisis de Componentes Principales (ACP) con el fin de reducir las dimensiones y producir una imagen euclídea donde cada matriz está representada por un punto dentro de este nuevo espacio.

Dentro del espacio estructurado por la distancia Hilber-Schmidt donde cada matriz está representada por un punto y su conexión con el origen del sistema de coordenadas permite la estimación gráfica del coeficiente vectorial entre pares de matrices.

Por otro lado, el análisis Biplot⁶ es una técnica de análisis estadístico propuesta por Gabriel (1971) la cual permite la representación gráfica en baja dimensión de cualquier matriz X ($n \times p$) con p variables y n individuos (Gabriel, 1971; Galindo, 1986; Galindo & Cuadras, 1986; Martín, Galindo, & Vicente, 2002). Esta técnica ha sido especialmente desarrollada en el seno del Departamento de Estadística de la Universidad de Salamanca. Hoy en día representa un amplio abanico de posibilidades de análisis multivariante. El Biplot parte siempre de la descomposición en valores singulares:

$$X = UD\beta V$$

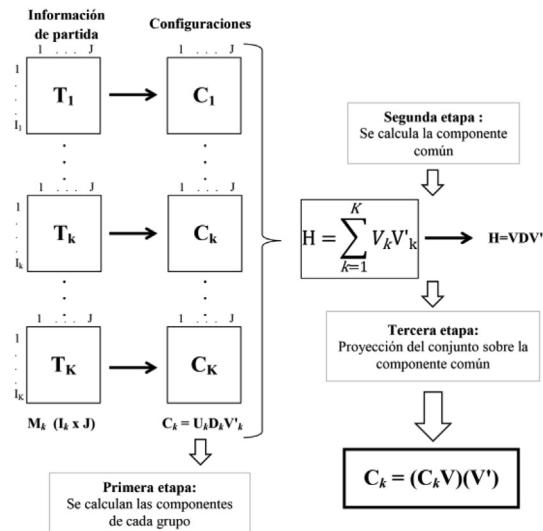


Figura 3 – Esquema de análisis JK-Meta-Biplot.

⁶ Agradecemos ampliamente a José Luis Vicente Villardón sus aportes y clarificaciones sobre los cálculos Biplot y Meta Biplot.

Donde U representa la matriz de vectores propios de la matriz XX' y D^β representa la matriz de « valores propios » de esta misma matriz en orden decreciente. V representa la matriz de vectores propios de $X'X$. A partir de esta descomposición, la técnica calcula los marcadores $g_1, g_2, \dots, g_n$ para las filas (individuos) y los marcadores $h_1, h_2, \dots, h_p$ para las columnas (variables) de la matriz para cada casilla ij de la matriz original. Se permite así una representación gráfica bi(tri)dimensional⁷. Esto es posible gracias a la factorización de la matriz preservando bien la métrica de las filas (GH-Biplot) o bien la de columnas (JK-Biplot).

Tras la integración del conjunto de datos en una sola matriz M_k , el JK-Meta-Biplot considera cada matriz T_k (discurso procedente de cada cuestionario en nuestro ejemplo) como una ocasión o grupo. Así, la técnica elimina las diferencias entre las medias de los grupos y procede a calcular las componentes de cada matriz individual:

$$C_k = U_k D_k V_k'$$

Acto seguido, se calcula la componente común al conjunto de cuestionarios (grupos) en una segunda etapa (ver Figura 3) y se proyecta el conjunto sobre esta nueva componente común.

Los resultados gráficos que se obtienen tras realizar los cálculos JK-Meta-Biplot y STATIS Dual se fundamentan en el JK-Biplot y en las correlaciones entre las variables respectivamente. En otras palabras, tendremos a las variables mejor representadas (es decir, nuestro códigos cualitativos)⁸. Todos estos cálculos son realizados de forma automática gracias al software « MultBiplot <http://biplot.usal.es> » desarrollado por Vicente (2014) en el seno del Departamento de Estadística de la « Universidad de Salamanca ».

3. Resultados

El trabajo de análisis cualitativo que podemos hacer a partir de este gráfico es bastante amplio y depende en gran medida de los objetivos planteados en el inicio de investigación. Aquí mostraremos simplemente la manera de “leer” rápidamente los resultados obtenidos a partir del ejemplo.

En el análisis del STATIS Dual, la proyección euclídea de los objetos es observable en la Figura 4. En ella, cada vector representa un cuestionario y su posición relativa debe ser interpretada como la (di)similaridad entre los diferentes discursos contenidos en cada uno de ellos. Gracias al análisis de la interestructura somos capaces de evaluar la pertinencia del análisis multidimensional de las tablas múltiples y al mismo tiempo nos permite guardar las distancias respecto de los discursos y reagruparlos de una manera más objetiva.

En la Figura 5 observamos la estructura de los códigos que configuran el “discurso compromiso” de los cuestionarios analizados.

⁷ Consultar Gabriel (1971) y Galindo (1985, 1986) para más detalles.

⁸ El STATIS clásico y el GH-Meta-Biplot operan sobre las filas de la matriz y no sobre las variables.

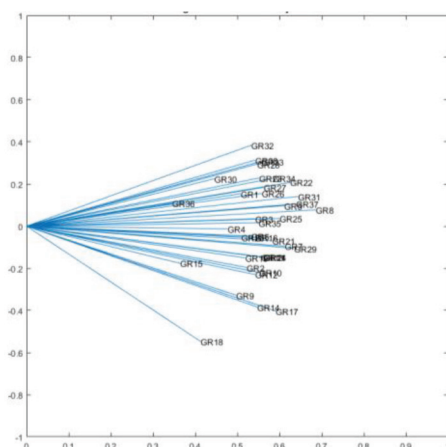


Figura 4 – STATIS Dual, análisis de la interestructura.

La representación STATIS Dual sitúa los códigos *DFormación*, *REducForm*, *REducnoform* muy próximos entre sí. Tal circunstancia es, cualitativamente hablando, muy coherente. El código *DFormación* retoma el texto dónde las personas anuncian de forma general sus trayectorias en materia de educación formal e informal. Los códigos *REducForm* y *REducnoform*, que precisan el tipo de formación realizada, forman un ángulo “pequeño” con el vector que representa al código *DFormación*.

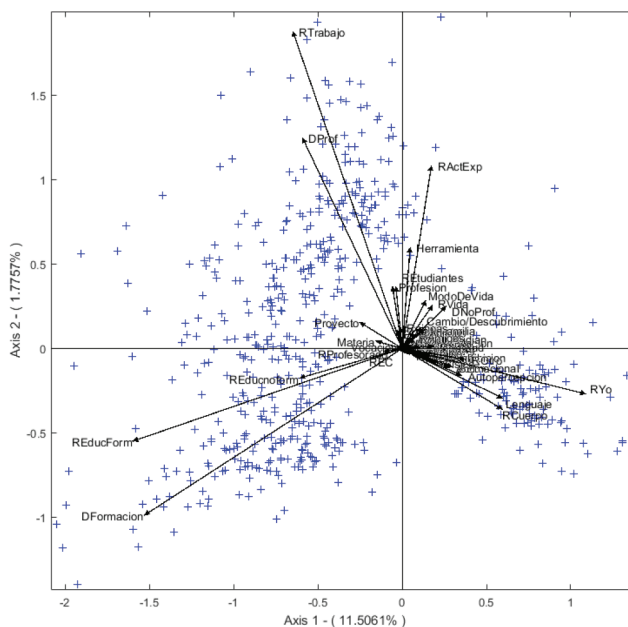


Figura 5 – Análisis STATIS Dual. Plano 1-2.

Más en detalle vemos que en el 2º cuadrante se encuentran, con una fuerte correlación, los vectores *RTrabajo* y *DProf* que retoman las expresiones sobre el trabajo/puesto de empleo y las trayectorias profesionales de los individuos respectivamente. Los vectores *RActExp* y *Herramienta* se inclinan hacia el primer cuadrante guardando una cierta similitud con los dos vectores que acabamos de mencionar.

Además, la interpretación del gráfico exige centrarse en el ángulo que forman *RTrabajo-REducForm/REducnoform* et *DProf-DFormación*. Un ángulo muy cercano a los 90º que indica al investigador la independencia estadística entre dichas variables. Así, desde un punto de vista cualitativo este fenómeno puede ser interpretado como la presencia de dos discursos completamente diferentes y sin relación aparente entre ellos. Dicho de otro modo, las palabras empleadas dentro de estos códigos son claramente diferentes.

Este fenómeno se repite entre los vectores *RActExp* y *RYo* el cual forma un pequeño subgrupo con una fuerte correlación *RYo*, *Lenguaje* et *RCuerpo*. Tal situación es coherente con la lectura de los datos ya que los profesionales participantes hablan de la EC como un medio de comunicación hacia el otro. Se trata ésta de una referencia que encontramos entre los vectores más pequeños, símbolo de la expresión del yo interior.

Los ejes del gráfico pueden, además, ser caracterizados por la presencia/ausencia de uno o más vectores (variables-código) en su proyección al eje, es decir, fijándonos en los cosenos más elevados de los ángulos que forman el eje y los vectores que representan a las variables de la matriz. Así, podemos observar que los vectores representados en el primer y segundo cuadrante caracterizan más fuertemente al segundo eje. En el eje de ordenadas van todos en la misma dirección. No obstante, los vectores del tercer cuadrante se contraponen a aquellos que se encuentran en el cuarto cuadrante. Su correlación es negativa salvo para los códigos *Lenguaje-RCuerpo* y *DFormación* cuyo ángulo se aproxima a los 90º. Cuando el ángulo se aproxima a los 180º no hablamos de independencia sino de asociación negativa o de discursos diferentes autoexcluyentes.

Así, en el plano 1-2 tal situación es fácilmente detectable entre el grupo de vectores *RTrabajo/DProf* y *Lenguaje/RCuerpo* y *RYo* y *REducnoform/REducForm*. Si ampliamos sobre los vectores más pequeños veremos este tipo de ángulo también entre *DFormación* (3º cuadrante) y *DnoProf*, datos no profesionales; *RVida*, referencia a la vida personal del individuo; y *ModeDeVida*, que retoma las representaciones que tiene el individuo de la EC como modo de vida. No obstante se ha de ser prudente con los vectores que tienen una menor calidad de representación y verificar sus ángulos con otros vectores (teniendo en cuenta la posibilidad de una representación tridimensional o superior)

Para este ejemplo, hemos pedido al programa MultBiplot el cálculo de un tercer eje para poder verificar lo que acabamos de decir. Los resultados pueden observarse en la Figura 6 la cual desvela, tras rotar la proyección de la nube de puntos, una asociación casi nula entre las variables *REducForm/REducnoform/DFormación* y *ModeDeVida/RVida* y las otras variables que no estaban representadas en el plano 1-2. Esta nueva representación nos muestra una longitud mayor de las variables *Cambio/Descubrimiento* (1º cuadrante) y *RActExp/RActLud/DNoProf* (4º cuadrante). Se aprecia una fuerte asociación entre las referencias a las Actividades expresivas, las referencias a Actividades lúdicas y los Datos no profesionales. Dicho de otro modo, el plano 1-3 expone sobre el eje 3 dos discursos bien diferenciados y fuertemente asociados.

A partir de estas interpretaciones podríamos decir que en los enunciados de las trayectorias educativas la educación formal tiene una presencia primordial. Por otro lado, la presencia de la educación no formal en los profesionales de la EC en España no es nada despreciable. Además, el análisis cualitativo de los textos desvela que los profesionales de la EC en España consideran esta actividad como una herramienta de gran valor, incluso indispensable, para sus actividades profesionales. Así mismo, esta población ha vivido la experiencia de la EC como un descubrimiento/cambio vital que han integrado a su modo de vida.

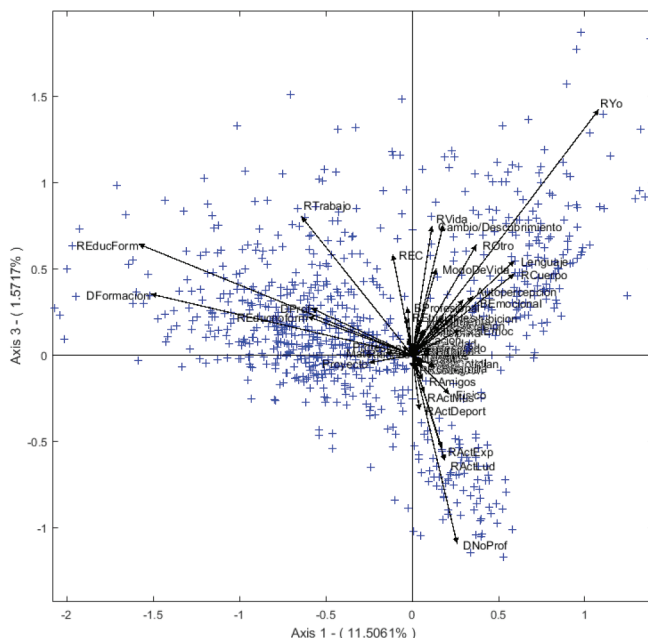


Figura 6 – Análisis STATIS Dual. Plano 1-3.

Si ahora comparamos con el JK-Meta-Biplot, vemos que los resultados numéricos indican que la proyección de la nube de punto media o compromiso realizada por el éste aporta una explicación más eficaz que la aportada por el STATIS Dual habida cuenta de la variabilidad de los códigos utilizados ((27,22% aportada por el JK-Meta-Biplot y 19.67% por el STATIS Dual). La interpretación de los resultados obtenidos por el JK-Meta-Biplot es similar a la realizada con el STATIS Dual. Así, podemos apreciar entonces las diferencias y semejanzas entre la representación gráfica de la Figura 5 que hemos visto y analizado anteriormente y la Figura 7 que se corresponde al plano 1-2 de la solución compromiso del JK-Meta-Biplot. En dicha figura, la separación de las palabras en dos grandes grupos respecto a los valores positivos y negativos del primer eje debe ser subrayada. El aspecto general del gráfico aglutina los marcadores para las palabras entorno a las variables evolucionando a lo largo del eje de ordenadas.

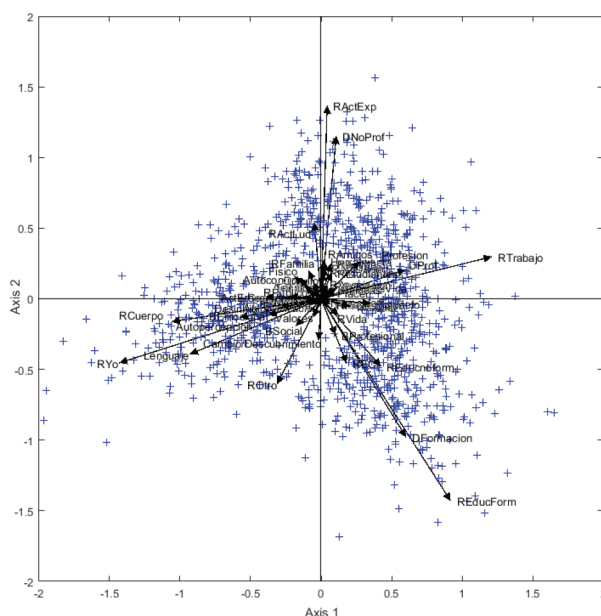


Figura 7 – Análisis JK-Meta-Biplot. Plano 1-2.

Podemos observar como los vectores de los códigos *RActExp*, *DNoProf* y, con una varianza más baja, *RActLud* tienen una asociación muy fuerte con el eje Y en sus valores positivos. Así pues, podemos interpretar los valores positivos del eje 2 como la dimensión “ocio” del discurso de los profesionales de la EC. Por otro lado, los valores negativos reciben la influencia de los vectores *ROtro* del 3er cuadrante y *REducForm*, *DFormación*, *REducnoform*, *REC* muy fuertemente asociados entre ellos, visibles sobre el 4º cuadrante. Por añadidura, estas variables (y en especial las últimas) tienen también una influencia importante sobre el segundo eje formando ángulos cercanos a 45°. En este caso hablamos de variables “de plano”, es decir, aquellas que caracterizan al cuadrante del plano. Sobre el segundo eje, podemos proyectar las variables *RYo*, *RCuerpo* y *Lenquaje* entre un buen número de otros códigos con una longitud mucho menor.

La interpretación sociológica es similar a la ya expuesta por el método del STATIS Dual. La formación de los grupos de variables mejor representados se mantiene en el sentido en que ambos métodos consiguen aportar conclusiones similares. No obstante, el método JK-Meta-Biplot organiza las variables en función de su proyección en todas las dimensiones de la matriz (todos los factores provenientes del cálculo multidimensional) mientras que el método STATIS Dual utiliza únicamente la primera componente. Esta particularidad tiene como consecuencia una distribución ligeramente diferente pero mucho mejor adaptada a los datos.

Aunque, de manera general, los vectores han sido distribuidos de forma simétrica respecto a los resultados obtenidos por el método STATIS Dual, el JK-Meta-Biplot distribuye las

variables más limpiamente con ángulos muy cercanos a los 90°. Este ángulo, como ya se ha avanzado, responde a discursos bien diferenciados e independientes. En el ejemplo, se ven cuatro temáticas principales bien diferenciadas: “ocio”, sobre los valores positivos del eje Y donde los profesionales españoles de la EC reflejan su experiencia fuera del trabajo con una fuerte influencia de las actividades expresivas; “Actividad profesional” sobre los valores positivos del eje de abscisas, donde dicha población muestra las trayectorias profesionales que han sido claramente influenciadas por la EC; “Formación” sobre el 4º cuadrante, donde los participantes nos han facilitado sus historias personas en materia de formación; y finalmente “exteriorización del yo” sobre los valores negativos del segundo eje, donde encontramos el discurso sobre EC, entendida ésta como un modo de comunicación/exteriorización del yo a través del cuerpo.

Si continuamos con nuestro análisis, añadiendo un tercer eje, podemos proyectar la nube de puntos compromiso sobre este tercer factor resultante del JK-Meta-Biplot (Figura 8). El método genera los vectores *RVIDa*, *ModeDeVida*, *Cambio/descubrimiento*, *RActExp* y *Herramienta* muy próximos a los valores negativos de este tercer factor. Esto aporta una nueva dimensión a nuestro análisis: la EC como un cambio o descubrimiento que hace cambiar sus vidas hasta el punto de transformarse en “modo de vida” para estos profesionales españoles.

Las variables, *RActExp*, *RActLud* et *DNoProf* que habíamos asociado al segundo eje del resultado JK-Meta-Biplot aparecen muy próximos también al 3^{er} eje. Ante tal caso y dado que observamos una nube de puntos multidimensional que ha sido proyectada sobre sólo tres dimensiones, debemos verificar con las calidades de representación de

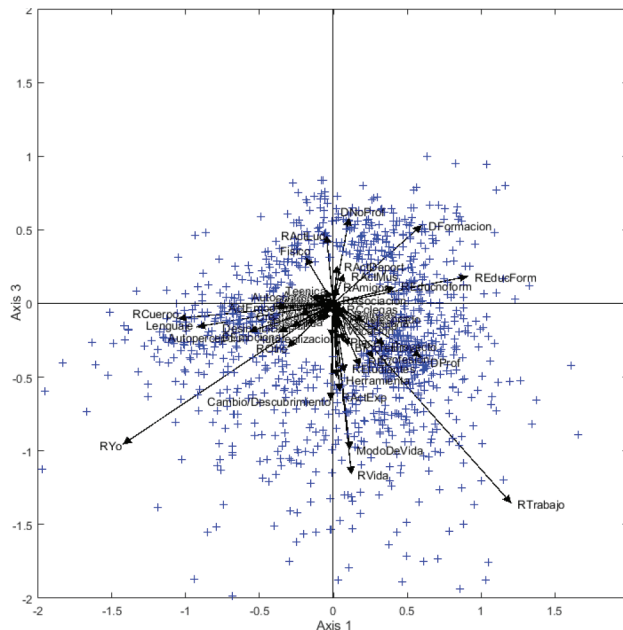


Figura 8 – Análisis JK-Meta-Biplot. Plano 1-3.

los códigos la posible atribución a uno u otro plano. Así, rápidamente nos percatamos que *DNoProf* (56,57% de calidad de representación en el 2º eje y 13,30% sobre el 3º), *RActExp* (50,24% sobre el 2º y 8,79%) y *RActLud* (31,19% sobre el 2º y 21,25% sobre el 3º) están mucho mejor representados en el plano 1-2 que en el 1-3. No obstante, *RVida*, *ModeDeVida* et *Cambio/descubrimiento* están bien representadas en el 3º eje con 51,78%, 49,98% y 26,30% respectivamente. Estos resultados nos permiten afirmar que los discursos que caracterizan al tercer eje reposan sobre el “cambio vital” que supone la EC para estos profesionales.

En suma, los factores (ejes) pueden ser caracterizados por las variables que forman entonces un ángulo cuyo coseno se aproxima a 1. Las palabras pueden ser utilizadas para la reconstrucción del discurso presente dentro de cada variable a partir de la proyección perpendicular de cada palabra sobre el vector de la variable que deseamos interpretar.

4. Conclusiones

A la vista de estos resultados, podemos extraer algunas conclusiones importantes según los objetivos que inicialmente se habían planteado:

Objetivo 1: Aprovechar la codificación cualitativa del objeto.

A partir de la lectura crítica, somos capaces de identificar las unidades de significación utilizadas por los actores sociales y generar así una lista de códigos que nos permita analizar objetivamente el texto teniendo en cuenta la subjetividad de los agentes.

El modo de construcción de las tablas léxicas requiere de la aplicación conjunta de la codificación por sentido y por referencia. Esto permite una reconstrucción completa del análisis cualitativo de los textos de una sola pasada; lo que, a su vez, permite no tener que analizar cada tipo de código por separado. Como se ha visto, la frecuencia relativizada de los códigos gracias al Valor de Caracterización nos permite ir, en nuestras interpretaciones, más allá de la simple caracterización por altas frecuencias (Caballero, 2011; Caballero, Vicente, & Galindo, 2014a; Caballero et al., 2014b).

Objetivo 2 y 3: Aprovechar la capacidad de reducción de la complejidad de las técnicas multivariantes y obtener una representación gráfica de la estructura consenso de los distintos discursos.

Los resultados muestran que podemos reconstruir la estructura del discurso a partir de los resultados STATIS Dual y JK-Meta-Biplot. Además, ambos métodos estadísticos pueden ser adaptados a este tipo de datos y de investigación. La gráfica aportada por estos métodos puede ser muy útil para la exposición de los resultados del análisis cualitativo. Ésta permite representar la estructura general del discurso de un colectivo o de un conjunto de texto. No obstante, los resultados obtenidos no son iguales para ambas técnicas.

Objetivo 4: Mostrar las ventajas e inconvenientes de la aplicación de cada técnica multivariante a la hora de obtener dicha estructura.

El método JK-Meta-Biplot aporta una mejor explicación de los datos proyectando la nube de puntos compromiso que es capaz de explicar un porcentaje de la varianza más

grande y esto teniendo en cuenta todas las componentes del cálculo multivariante. No obstante, los resultados aportados por los métodos JK-Meta-Biplot y STATIS Dual son satisfactorios en el sentido en que ambas facilitan la comprensión de la estructura interna del (de los) discurso(s) compartido (s) por un cierto número de individuos/textos. Desde un punto de vista matemático, las cifras de absorción de la inercia no parecen muy elevadas (especialmente si se las compara con matrices de datos puramente cuantitativas). La selección de un número más modesto de variables aumentaría dicha absorción, lo que facilitaría a su vez la interpretación de las variables. Sin embargo, como ya ha sido dicho (Caballero, 2011; Caballero et al., 2014b), la aceptación de variables con una baja calidad de representación no supone un problema desde el punto de vista cualitativo.

Referencias

- Beaudouin, V. (2016). Retour aux origines de la statistique textuelle : Benzécri et l'école française d'analyse des données. En *13ème Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles* (Vol. 3, pp. 17-27).
- Benzécri, J. P. (1973). *L'Analyse des Données: L'Analyse des correspondences*. Paris: Dunod.
- Caballero, D. (2011). *El HJ-Biplot como Herramienta en el Análisis de Grupos de Discusión*. Salamanca: Repositorio Institucional Gredos de la Universidad de Salamanca.
- Caballero, D., Vicente, M. P., & Galindo, M. P. (2014a). Análisis de Grupos de Discusión Basado en HJ-Biplot. En A. P. Costa, L. Paulo Reis, F. Neri de Souza, & R. Luengo (Eds.), *III Congreso Ibero Americano en Investigación Cualitativa Vol. 3: Artículos de Ciencias Sociales*. Badajoz: Ludomedia.
- Caballero, D., Vicente, M. P., & Galindo, M. P. (2014b). Grupos de Discusión y HJ-Biplot: Una Nueva Forma de Análisis Textual. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E2), 19–36. <https://doi.org/10.17013/risti.e2.19-35>
- Contreras, J. Á., Arias Masa, J., Luengo, R., & Casas García, L. M. (2015). Índices de Nuclearidad (Completo y Reducido), como aportación a la Teoría de Conceptos Nucleares. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E4), 16–34. <https://doi.org/10.17013/risti.e4.16-34>
- Dalud-Vincent, M. (2011). Alceste comme outil de traitement d'entretiens semi-directifs : essai et critiques pour un usage en sociologie. *Langage et société*, 135(1), 9. <https://doi.org/10.3917/l35.0009>
- Escobar, R. M., & Román, H. (2011). Presentation of self in cyberspace: an analysis of self-definitions in blogs and social networks. *Revista de Psicología Social*. 26(2), 207–222.
- Escoufier, Y. (1980). L'analyse conjointes de plusieurs matrices de données. En Jolivet E. (Ed.), *Biométrie et Temps* (pp. 59-76).
- Escoufier, Y. (1985). Objectifs et procédures de l'analyse conjointe de plusieurs tableaux. *Statist et Anal des Données*, 10(1), 1–10.

- Ferrari, H. (2012). Las cuatro Calidades Elementales de Movimiento. Método de Expresión Corporal de Marta Schinca. En G. Sánchez, & J. Coterón (Eds.), *Expresión Corporal, Investigación en la práctica* (pp. 13-30). Madrid: AFYEC.
- Gabriel, K. R. (1971). The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. *Biometrika*, 58(3), 453-467.
- Galindo, M. P. (1986). An alternative for simultaneous representation: HJ-Biplot. *Questiò: Quaderns d'Estadística, Sistemes, Informàtica i Investigació Operativa*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Galindo, M. P., & Cuadras, C. M. (1986). Una extensión del método Biplot y su relación con otras técnicas. *Publicaciones de Bioestadística y Biomatemática Universida*(17).
- Heiden, S., Magué, J.-P., & Pincemin, B. (2010). TXM: Une plateforme logicielle open-source pour la textométrie – conception et développement. En *10th International Conference on the Statistical Analysis of Textual Data - JADT 2010* (pp. 1021-1032).
- L'Hermier des Plantes, H. (1976). *STATIS : Structuration de tableaux à trois indices de statistique*. Montpellier.
- Lebart, L., Morineau, A., & Piron, M. (1995). *Statistique exploratoire multidimensionnelle*. Paris: Dunod.
- Lebart, L., & Salem, A. (1988). *Analyse statistique des données textuelles*. Paris: Dunod.
- Lebart, L., & Salem, A. (1994). *Statistique Textuelle*. Paris: Dunod.
- Lebart, L., Salem, A., & Bécue, M. (2000). *Analisis Estadístico de Textos*. Lleida: Milenio.
- Martin, A., Adélé, S., & Reutenauer, C. (2016). Stratégies du voyageur : analyse croisée d'entretiens semi-directifs. En *13ème Journées internationales d'Analyse statistique des Données Textuelles*.
- Martín, J., Galindo, M. P., & Vicente, J. L. (2002). Comparison and integration of subspaces from a biplot perspective. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 102(2), 411-423. [https://doi.org/10.1016/S0378-3758\(01\)00101-X](https://doi.org/10.1016/S0378-3758(01)00101-X)
- Murillo, S., & Mena, L. (2006). *Detectives y camaleones, el grupo de discusión : una propuesta de investigación cualitativa*. Madrid: Talasa.
- Osuna, Z. (2006). *Contribuciones al Análisis de Datos Textuales*. Salamanca: Universidad de Salamanca.
- Pagès, J. P., Escoufier, Y., & Cazes, P. (1976). Opérateurs et analyse de tableaux à plus de deux dimensions. *Cahiers du Bureau universitaire de recherche opérationnelle Série Recherche*, 25, 61-89.
- Reinert, M. (1991). Proposition d'une méthodologie d'analyse des données séquentielles. *Bulletin de la Société Française pour l'Etude du Comportement Animal*, 1, 53-60.
- Reinert, M. (1992). Système Alceste: Une méthodologie d'analyse des données textuelles. En M. Bécue, L. Lebart, & Rajadell, N. (Eds.), *JADT 1990* (pp. 144-161). Barcelone: Université Polytechnique de Catalogne.

- Sánchez, G. (2009). La Expresión Corporal-Danza en Patricia Stokoe. En *Expresión Corporal y Educación*. Wanceulen: Editorial Deportiva.
- Vicente, J. L. (2014). MULTBILOT: A package for Multivariate Analysis using Biplots. Salamanca: Departamento de Estadística. Universidad de Salamanca.
- Vicente, J. L., Galindo, M. P., Avila, C., Fernandez, M. J., Martín, J., & Bacala, N. (2001). JK-META-BILOT: una alternativa al método STATIS para el estudio espacio temporal de ecosistemas. En *Conferencia Internacional de Estadística en Estudios Medioambientales* (p. 200). Cádiz: Universidad de Cádiz.

CANOE e Fluxo: Determinantes na adoção de curso de programação *online* gamificado

Martinha Piteira ^{1,3}, Carlos J. Costa ², Manuela Aparicio ^{3,4}

martinha.piteira@estsetubal.ips.pt, cjcosta@iseg.ulisboa.pt, manuela.aparicio@acm.org

¹ IPS – Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal

² ISEG - Lisbon School of Economics & Management, Universidade de Lisboa

³ Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), ISTAR-IUL, Lisboa, Portugal

⁴ Nova Information Management School (Nova IMS), Universidade Nova de Lisboa

DOI: 10.17013/risti.25.34-53

Resumo: Atualmente o saber programar é uma das competências mais valorizadas no mercado de trabalho. A gamificação é uma solução emergente que tem vindo a ser adotada na educação e que contribui para incentivar e estimular os estudantes ao estudo da programação. Este estudo propõe um modelo explicativo que incorpora as cinco dimensões da personalidade (CANOE) e o fluxo como determinantes na adoção de um curso *online* de programação gamificado. O estudo foi conduzido com uma amostra de alunos universitários, e o modelo explicativo foi validado usando a modelação de equações estruturais. Os resultados indicam que o CANOE tem efeitos positivos no prazer de utilização, facilidade de utilização e utilidade percebida. O fluxo tem efeitos positivos no prazer de utilização e no uso. Os resultados são um contributo para a compreensão dos determinantes na adoção de cursos *online* gamificados.

Palavras-chave: Fluxo, CANOE, Gamificação, Programação, Adoção

CANOE e Fluxo: Determinants in the adoption of online course programming

Abstract: Currently, program skills are of most value in the labour market. Gamification is an emergent solution, and it has been adopted recently to education to encourage and stimulate students to study programming. This study proposed an explained model that incorporate the five dimensions of personality (CANOE) and flow as determinants in the adoption of one gamified online programming course. The study has been conducted with a university student's sample, and the explained model was validated with structural modulation equation. Results indicate that CANOE as positive effects on enjoyment, perceived ease of use and perceived usefulness. The flow as positive effects on enjoyment and use. The results are a contribution to a better understand of determinants in the adoption of gamified online courses

Palavras-chave: Fluxo, CANOE, Gamification, Programming, Adoption

1. Introdução

Atualmente saber programar é uma das competências mais procuradas e valorizadas no mercado de trabalho (Yadav, Stephenson, & Hong, 2017). A programação é também uma unidade curricular transversal e basilar aos cursos de informática no ensino superior. No entanto, a programação tem taxas de reprovação significativas no primeiro ano e são uma evidência que a aprendizagem da programação para os alunos é uma tarefa difícil e desmotivante (Hawi, 2010; Piteira & Costa, 2013, 2014). Variados autores têm estudado esta problemática e.g. (Bouvier et al., 2016; Piteira & Costa, 2012; Renumol, Janakiram, & Jayaprakash, 2010; Salleh, Shukur, & Judi, 2013) e identificaram nos seus trabalhos alguns aspetos que podem contribuir para a dificuldade e a consequente retenção. Por exemplo, (Lahtinen, Ala-Mutka, & Järvinen, 2005; Schulte & Bennedsen, 2006) referem aspetos como a utilização de métodos tradicionais de ensino baseados em aulas expositivas sobre as sintaxes das linguagens, que não permitem envolver os alunos em atividades de programação com sentido, contribuindo de forma negativa para a motivação dos alunos. O paradigma de programação e a linguagem de programação utilizada para ensinar programação aos alunos iniciantes é também referido como um dos aspetos que pode influenciar negativamente a aprendizagem (Jenkins, 2002). A natureza abstrata da programação representa também um desafio e uma barreira à aprendizagem. Os alunos têm dificuldade com os conceitos abstratos que não têm uma analogia direta com a vida real (Lahtinen et al., 2005; Piteira & Costa, 2013). Mesmo os conceitos mais básicos são por vezes de difícil compreensão e de aplicação principalmente quando têm de ser utilizados em conjunto para a resolução de um determinado problema (Winslow, 1996). Diversos autores têm investigado e proposto novas abordagens centradas na utilização das tecnologias, concretamente ferramentas de visualização gráfica, robótica educacional e as recentes abordagens baseadas na gamificação (Costa, Aparicio, & Cordeiro, 2012; Ibáñez, Di-Serio, & Delgado-Kloos, 2014; McGill, 2012; Sorva & Sirkiä, 2010). A gamificação tem sido utilizada nos últimos anos na educação (Arias, Contreras, Espada, & Melo, 2017; Dicheva, Dichev, Agre, & Angelova, 2015; Domínguez et al., 2013) e integra elementos de jogo em contexto de não jogo (Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). Recentemente têm sido utilizadas abordagens gamificadas na aprendizagem da programação e.g. (Ibáñez et al., 2014), com o objetivo de envolver os alunos com a aprendizagem e minimizar a desmotivação dos alunos, centrando-os no estudo e ajudando-os dessa forma a ultrapassarem as dificuldades na aprendizagem. Ibáñez et al. (2014) conduziram um estudo com o objetivo de avaliar a efetividade das atividades de aprendizagem gamificadas num ambiente *online* para o envolvimento e incentivo dos alunos ao estudo. Knutas, Ikonen, Nikula & Porras, (2014) descrevem o processo de integração da gamificação numa rede social de aprendizagem online através do qual pretendem promover as interações entre alunos relacionadas com os tópicos de programação, como também, as interações meramente sociais. As tecnologias e as novas abordagens educacionais têm vindo a ser introduzidas em contexto educacional como forma de motivar e centrar o aluno na aprendizagem. No entanto o sucesso da aprendizagem resulta em parte de fatores associados à personalidade do indivíduo e do nível de absorção experienciada na tarefa. Importa assim, compreender em que medida a integração de elementos de jogo em contextos de aprendizagem *online* são aceites pelos alunos e, em que medida os traços de personalidade e o *fluxo* determinam diferentes níveis de aceitação. Liu, Liao & Pratt (2009) salientam precisamente esta necessidade

de mais investigação relacionada com o fluxo e características individuais do indivíduo e a influência na adoção de cursos *online* gamificados na aprendizagem da programação, sendo esta a principal motivação científica para a realização deste estudo. O artigo tem seis secções. A primeira secção apresenta os fundamentos teóricos da gamificação no ensino, o modelo de adoção da tecnologia, o fluxo e as cinco dimensões da personalidade. Na segunda secção propomos um modelo explicativo. A terceira e a quarta secção descrevem o estudo empírico conduzido com 108 alunos do ensino superior e apresenta os resultados. As duas últimas secções apresentam a discussão e as conclusões.

2. Fundamento Teórico

2.1. Gamificação no ensino

O termo *gamification* começou a ser utilizado e a tornar-se popular a partir de 2010, e consiste num processo de incorporar elementos de jogo em contexto de não jogo (Deterding et al., 2011). Os elementos de jogo caracterizam-se pela utilização de pontos, medalhas, níveis, barras de progresso, quadro de honra, moeda virtual, avatares, entre outros, e as implementações comuns de gamificação aplicam estes elementos em contexto educacional (Dicheva et al., 2015; Domínguez et al., 2013; Kapp, 2012; Werbach & Hunter, 2012). Na literatura encontramos referências a ludificação e.g. (Costa, 2012; Costa, Aparicio, Aparicio & Aparicio, 2017) como tradução do termo *gamification* para a língua portuguesa, contudo o termo gamificação tem sido largamente utilizado e aceite, e nesse sentido adotamos esse termo no nosso estudo.

2.2. A Adoção da Tecnologia

A adoção da tecnologia é uma das teorias largamente utilizadas para explicar o uso e a aceitação individual dos sistemas de informação (SI) e das tecnologias da informação (TI). Com base nesta teoria diversos estudos têm sido realizados com o objetivo de identificar fatores intrínsecos e extrínsecos envolvidos nas decisões, intenções e satisfação individual, na aceitação e uso dos SI e das TI, através de diversos métodos e testes (Venkatesh, Speier, & Morris, 2002).

Diversos modelos têm sido propostos para estudar a adoção da tecnologia, e um dos mais utilizados pelos investigadores foi proposto por Davis em 1986, e tem como objetivo explicar o comportamento dos utilizadores na utilização do computador. O modelo explica o relacionamento causal entre as variáveis de aceitação do utilizador e a utilização atual do sistema, procurando o comportamento do utilizador através do conhecimento da utilidade e da facilidade percebida. Este modelo é útil não apenas para prever, mas também para descrever e identificar a razão da rejeição de uma determinada tecnologia ou sistema e consequentemente implementar medidas corretivas (Ferreira, Costa, Aparicio & Aparicio, 2017; Davis, 1986, 1989; Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1992; Rodrigues, Costa & Oliveira, 2013; Rodrigues, Oliveira, & Costa, 2016; Sousa, Costa, & Aparicio, 2017).

2.3. Conceito de Fluxo

No âmbito do presente estudo de investigação, pretendemos estudar o nível de envolvimento e absorção do aluno com o curso *online* gamificado através da

incorporação da dimensão fluxo. O conceito de fluxo (*flow*) foi inicialmente estudado por Csikszentmihalyi (1975) e descreve um estado de absorção completa numa determinada atividade, sem a existência de incentivos extrínsecos (Csikszentmihalyi, 1975) designado de “*flow state*” ou “*flow experience*”. Os autores Engeser & Rheinberg (2008) caracterizaram o fluxo como o equilíbrio entre percepção de uma das competências e a percepção da dificuldade. Contribui para esse equilíbrio a atividade a realizar ser coerente, ter alguma lógica associada, não ter aspetos contraditórios e fornecer um retorno claro e não ambíguo. O indivíduo sente-se assim desafiado e confiante que têm tudo sobre controlo com um elevado grau de concentração na atividade derivada de uma atenção profunda. Nesse sentido, o estado de fluxo tem um aspeto funcional forte, na experiência que o indivíduo experiencia altamente concentrado e com um desafio aceitável enquanto mantém o controlo. Na literatura revista são diversos os autores que conduziram estudos relacionados com o fluxo. Por exemplo, Kiili (2005) analisou o “*flow experience*” em jogos educacionais. Liao (2006a) conduziu um estudo relativo às respostas emotivas e cognitivas dos alunos na utilização de plataformas *online* de educação a distância. Lu, Zhou & Wang (2009) conduziram um estudo com o objetivo de explorar a aceitação das mensagens instantâneas por parte da população chinesa, utilizando como base teórica, o modelo de aceitação de tecnologia e a teoria do fluxo. Shernoff et al. (2014) avaliaram o efeito do fluxo no envolvimento nos alunos nas aulas do ensino superior.

2.4. As Cinco Dimensões da Personalidade

As cinco dimensões da personalidade dos indivíduos (Goldberg, 1990; Gosling, Rentfrow, & Swann Jr., 2003; John & Srivastava, 1999; McCrae & Costa, 1987; McCrae & John, 1992) são conhecidas como CANOE (*Conscientiousness, Agreeableness, Neuroticism, Openness to Experience, Extroversion*). Bontempo, Napier, Hayes & Brashear (2014) descrevem a personalidade como sendo uma mistura de valores, temperamentos, estratégias, motivações, e uma forma de pensar ou atuar em variadas situações. Gosling et al. (2003) propuseram um modelo que é medido através de cinco fatores estruturados, composto por extroversão (sociabilidade e assertividade), agradabilidade (merecedor de confiança, cooperante), conscienciosidade, estabilidade emocional (ansiedade e depressão), abertura a novas experiências (imaginativo e pensamento independente), sendo o indivíduo avaliado de acordo com o grau que exibe em cada uma das dimensões. Vários autores têm investigado o impacto das cinco dimensões da personalidade em diversos contextos e.g. (Aparicio, Bação & Oliveira, 2017; Chamorro-Premuzic, Furnham, & Lewis, 2007; Cheung, 2016; Duff, Boyle, Dunleavy, & Ferguson, 2004; Ngidi, 2013). Por exemplo, (Özbek, Alnıaçık, Koc, Akkılıç, & Kaş, 2014) conduziram um estudo de avaliação do impacto das dimensões da personalidade na aceitação tecnologia, concretamente dos *smartphones*.

3. Proposta de Modelo e Hipóteses

O modelo é baseado na teoria de adoção da tecnologia (Davis, 1986, 1989; Davis et al., 1992); no modelo das cinco dimensões da personalidade (Gosling et al., 2003); e no conceito de Fluxo (Csikszentmihalyi, 1975). Na tabela 1 são apresentadas as dimensões para um curso *online* gamificado de fundamentos de programação.

Dimensão	Conceito	Autor
CANOE	Modelo das cinco dimensões de personalidade.	
Extroversão	Mede o grau de predisposição que o aluno tem para experimentar estados emocionais positivos.	
Agradabilidade	Mede o grau de facilidade do aluno em se relacionar com os outros.	(Gosling et al., 2003)
Conscienciosidade	Mede o grau que define o aluno como escrupuloso, cuidadoso e perseverante.	
Estabilidade Emocional	Mede o grau de percepção relativo à tendência de vivenciar estados emocionais negativos.	
Abertura a Novas Experiências	Mede o grau dos interesses do aluno. Variado campo de interesses ou prefere antes atividades limitadas.	
Facilidade de Utilização	Medição do grau em que um aluno acredita que a plataforma e o curso <i>online</i> , podem ser utilizados sem esforço.	(Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000a)
Prazer na Utilização	Medição do prazer de utilização percebido pelo aluno, na utilização da plataforma e do curso <i>online</i> , sem ter em conta as consequências do seu desempenho.	(Davis et al., 1992)
Percepção da Utilidade	Medição do grau atribuído pelo aluno à utilidade do sistema e à contribuição desse sistema para aumentar o seu desempenho.	(Davis, 1989)
Intenção de Utilizar	Corresponde à atitude comportamental dos alunos face à eventual intenção de frequentar o curso <i>online</i> gamificado.	(Davis, 1989)
<i>Fluxo (Flow)</i>	Mede o grau de completa absorção que aluno experiencia nas atividades do curso <i>online</i> gamificado.	(Csikszentmihalyi, 1975)
<i>Uso</i>	Corresponde à frequência de utilização para realizar as atividades de aprendizagem.	(Davis et al., 1992)

Tabela 1 – Dimensões do Modelo Proposto

Dado que as dimensões de personalidade são fatores que influenciam as percepções ou causam diferentes respostas em situações similares, os alunos perante uma tecnologia ou abordagem pedagógica podem ter diferentes respostas e percepções. Assim, baseados nos estudos anteriores formulamos a seguinte hipótese:

(H1). *CANOE é uma dimensão refletiva de segunda ordem que se reflete em: extroversão, agradabilidade, conscienciosidade, estabilidade emocional, abertura a novas experiências.*

Baseados nas dimensões da personalidade diversos autores e.g. (O’Cass & Fenech, 2003; Shih & Fan, 2013) identificaram a existência de evidências em como as características individuais do indivíduo podem influenciar a aceitação da tecnologia. Verificando-se, assim que essas características são um bom preditor para a facilidade de utilização, percepção de prazer e utilidade percebida. Nesse sentido, formulamos as seguintes hipóteses:

(H2a). *CANOE influencia positivamente a percepção do prazer na utilização do curso online gamificado.*

(H2b). *O CANOE influencia positivamente a percepção da facilidade de utilização do curso online gamificado.*

(H2c). *O CANOE influencia positivamente a percepção de utilidade do curso online gamificado.*

O fluxo é um estado de absoluto envolvimento e absorção com uma determinada tarefa. De acordo com os autores (Kiili, 2005; Liao, 2006b; Lu et al., 2009) o fluxo é um bom preditor para a percepção de prazer e intenção de uso de um curso *online* gamificado. Tendo em consideração que o estado de fluxo resulta numa experiência gratificante, o fluxo e o prazer de utilização deverão estar relacionados (Sherry, 2004). Deste modo, formulamos as seguintes hipóteses:

(H3a). *O fluxo influencia positivamente a percepção de prazer na utilização do curso online gamificado.*

(H3b). *O fluxo influencia positivamente o uso do curso online gamificado.*

A facilidade de utilização, a percepção de prazer e a percepção de utilidade são fatores que influenciam a intenção de uso de uma determinada tecnologia (Childers, Carr, Peck, & Carson, 2001). A facilidade de utilização (Costa, Silva & Aparicio, 2007) refere-se à medida, que leva o aluno a acreditar que pode utilizar a tecnologia com uma baixa carga cognitiva. Consequentemente, a facilidade de utilização gera no aluno uma sensação de satisfação, concretizando-se em prazer de utilização da plataforma (Rodrigues, Oliveira & Costa, 2016). Diversos estudos demonstraram uma relação entre a facilidade de utilização, a percepção de prazer e a percepção de utilidade (Costa, Ferreira, Bento, & Aparicio, 2016; Davis, 1989; Teo & Noyes, 2011). Nesse sentido, formulamos as seguintes hipóteses.

(H4a). *A facilidade de utilização influencia positivamente a percepção de prazer na utilização do curso online gamificado.*

(H4b). *A facilidade de utilização influencia positivamente a percepção de utilidade do curso online gamificado.*

O prazer na utilização encontra-se associado à motivação intrínseca, tal como os sentimentos de diversão que os alunos podem experienciar quando estão a utilizar a aplicação (Van der Heijden, 2004). Esperamos que o prazer na utilização esteja positivamente associado à intenção de utilizar o curso *online* gamificado, tendo em consideração que a integração de elementos de gamificação no curso adiciona “elementos diferenciadores e apelativos”, para atividades pouco apelativas. O prazer de utilização é entendido pelos autores (Venkatesh & Davis, 2000a) como sendo o nível de agradabilidade resultante da atividade do uso do sistema independentemente do desempenho alcançado com o uso. O prazer de utilização como uma motivação intrínseca tem sido percebido como tendo um impacto significativo no utilizador e por conseguinte um impacto numa variável de motivação extrínseca como a percepção da utilidade (Davis et al., 1992; Koufaris, 2002; Van der Heijden, 2004; Venkatesh et al., 2002). Quando a utilização de

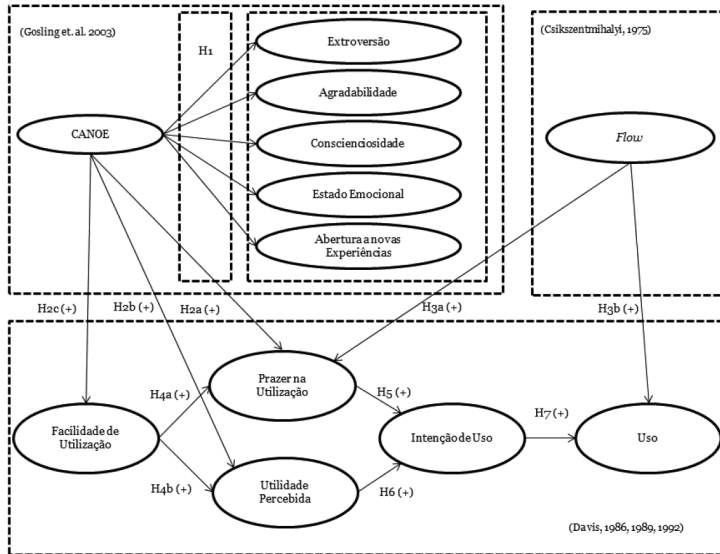


Figura 1 – Modelo de Investigação

uma tecnologia gera diversão e prazer, os utilizadores intrinsecamente adotam essa tecnologia. Como referido anteriormente, a gamificação introduz elementos de entretenimento e envolvimento e os utilizadores percebem como prazeroso a utilização desses sistemas de aprendizagem que incorporam esses elementos. Assim sendo, formulamos as seguintes hipóteses:

(H5). *O prazer na utilização influencia positivamente a intenção de utilização do curso online gamificado.*

(H6). *A percepção da utilidade influencia positivamente a intenção de utilização do curso online gamificado.*

O modelo de adoção de tecnologia, nomeadamente cursos on-line em formato e-learning (Aparicio, Bação & Oliveira, 2016), propõe que os fatores externos afetam a intenção de uso e o atual uso da tecnologia através dos efeitos mediados na percepção da facilidade de utilização e percepção de utilidade (Davis, 1986, 1989; Ferreira, Costa, Aparicio & Aparicio, 2017). Nesse sentido, formulamos a seguinte hipótese:

(H7). *A intenção de utilização influencia positivamente o uso do curso online gamificado.*

4. Operacionalização das dimensões e recolha de dados

As dimensões foram operacionalizadas de acordo com escalas validadas e descritas no Anexo A. Para tal foi construído um questionário composto por duas partes: a primeira parte com dados gerais dos alunos com a finalidade de caracterizar os indivíduos; e uma segunda parte composta pelos itens que correspondem à

operacionalização das dimensões do modelo. De forma a avaliar o modelo teórico, os autores utilizaram o método quantitativo, lançando um instrumento de avaliação, concretamente, um questionário que foi apresentado a uma amostra de alunos do ensino superior. De modo a proceder à recolha de dados, foi implementado um curso gamificado *online* de fundamentos de programação. A implementação do curso foi efetuada com recurso a uma framework concetual para implementação da gamificação em cursos *online* de programação, previamente desenvolvida pelos autores (Piteira & Costa, 2017; Piteira, Costa, & Aparício, 2017). O curso tem um tempo médio de conclusão de 20 horas e os alunos frequentaram-no livremente. Após a conclusão foram convidados a responder a um questionário composto por diversas questões, e as respostas dos alunos foram classificadas numa escala de sete pontos (1- Discordo Fortemente, ..., 7- Concordo Fortemente). O questionário inclui questões relacionadas com as características dos alunos, e.g., género, curso, idade e foi disponibilizado *online* e acessível através de um endereço web. Os dados foram recolhidos entre o segundo semestre do ano letivo 2015/2016 e o primeiro semestre do ano letivo de 2016/2017. Foram obtidas um total de 108 respostas, das quais 72,3% do sexo masculino e 27,7% do sexo feminino.

5. Resultados

Através deste estudo pretendemos explorar as relações entre o CANOE, fluxo, facilidade de utilização, prazer na utilização, utilidade percebida, intenção de uso e uso. Para avaliar a validade das dimensões foi utilizado a modelação estrutural de equações (SEM) com recurso ao método parcial (PLS) (Henseler et al., 2014). PLS é mais adequado para modelos causais que são teoricamente justificados (Wright, 1934). A confiabilidade e validade foram testadas de modo a examinar o modelo de medição, e posteriormente o modelo estrutural foi testado (Ringle, Wende, & Will, 2005).

5.1. Modelo de medida e avaliação

A confiabilidade composta para todas as dimensões está acima de 0,873, conforme Tabela 2. Também o coeficiente de Alpha de *Cronbach* assume uma confiabilidade de igualdade para todos os itens. Valores entre 0,70 e 0,90 são considerados satisfatórios (Bernstein & Nunnally, 1994; Hair, Ringle, & Sarstedt, 2011). Estes resultados sugerem que todas as dimensões do modelo são confiáveis. Para medir o indicador de confiabilidade testámos o critério de que todos os *loadings* dos itens deveriam ser superiores a 0,70, e os resultados obtidos são superiores a 0,70, indicando assim que todos os indicadores são confiáveis (Hair, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2013; Henseler et al., 2014). Para analisar a validade convergente do modelo foi calculado a variância média extraída (VME). As VME das dimensões devem ser superiores a 0,5 de modo a explicar mais de metade dos indicadores (Hair, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2013). O primeiro compara os *loadings* dos itens com os *cross loadings* e o segundo segue o critério de (Fornell & Larcker, 1981). O modelo foi testado para a consistência interna, indicador de confiabilidade e validade discriminante. Estas avaliações permitiram avançar para a avaliação do modelo estrutural com recurso ao PLS.

Variável Latente	Item	Loading	AVE	CC	Alpha Cronbach	Validade Discriminante?	
CANOE	Extroversão	PER1	0,7403	0,5553	0,8616	0,7989	Sim
	Conscienciosidade	PER3	0,7981				
	Aberto a experiências	PER5	0,7313				
	Agradabilidade	PER7	0,7726				
	Estabilidade Emocional	PER9	0,6782				
Fluxo	FLO2	0,7778	0,5729	0,9034	0,8755	Sim	
	FLO4	0,7863					
	FLO5	0,7565					
	FLO6	0,7623					
	FLO7	0,8213					
	FLO8	0,6798					
	FLO9	0,7048					
Facilidade de Utilização	PEOU2	0,9610	0,9127	0,9691	0,9523	Sim	
	PEOU4	0,9574					
Prazer na Utilização	ENJ1	0,7425	0,8476	0,957	0,940	Sim	
	ENJ2	0,7623					
	ENJ3	0,7689					
	ENJ4	0,6451					
Percepção da Utilidade	PU1	0,7057	0,9127	0,9506	0,9347	Sim	
	PU2	0,7649					
	PU3	0,6965					
	PU4	0,8429					
Intenção de Utilizar	BI1	0,8948	0,8269	0,9347	0,8946	Sim	
	BI2	0,8719					
	BI3	0,9591					
Uso	U2	1	1	1	1	Sim	
Nota: CC – Confiabilidade Composta							

Tabela 2 – Resultados do modelo de medida

5.2. Avaliação do modelo estrutural

A qualidade do modelo estrutural foi avaliada da seguinte forma: primeiro foi calculado o bootstrap, utilizando 5000 subamostras para determinar a significância dos caminhos com o modelo estrutural, seguidamente foi aplicado o algoritmo PLS. As relações entre

Hip.	Var. Independente	->	Var. Dependente	Resultados	Conclusão
H1	CANOE	->	Extroversão	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,740$, $p<0,01$)	Suportado
			Agradabilidade	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,773$, $p<0,01$)	
			Conscienciosidade	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,798$, $p<0,01$)	
			Estado Emocional	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,678$, $p<0,01$)	
			Aberto a Experiências	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,731$, $p<0,01$)	
H2a	CANOE	->	Prazer na Utilização (ENJ)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,152$, $p<0,01$)	Suportado com efeito pequeno
H2b	CANOE	->	Facilidade de Utilização (PEOU)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,385$, $p<0,01$)	Suportado com efeito medio
H2c	CANOE	->	Perceção de Utilidade (PU)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,293$, $p<0,01$)	Suportado com efeito medio
H3a	Fluxo (FLO)	->	Prazer na Utilização (ENJ)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,332$, $p<0,01$)	Suportado com efeito medio
H3b	Fluxo (FLO)	->	Uso (U)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,228$, $p<0,01$)	Suportado com efeito medio
H4a	Facilidade de Utilização (PEOU)	->	Prazer na Utilização (ENJ)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,482$, $p<0,01$)	Suportado com efeito grande
H4b	Facilidade de Utilização (PEOU)	->	Perceção de Utilidade (PU)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,589$, $p<0,01$)	Suportado com efeito grande
H5	Prazer na Utilização (ENJ)	->	Intenção de Utilização (BI)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,419$, $p<0,01$)	Suportado com efeito pequeno
H6	Perceção de Utilidade (PU)	->	Intenção de Utilização (BI)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,353$, $p<0,01$)	Suportado com efeito pequeno
H7	Intenção de Utilização (BI)	->	Uso (U)	Positivo e Estatisticamente significativo ($\beta=0,185$, $p<0,05$)	Suportado com efeito pequeno

Tabela 3 – Testes de Hipóteses - Resultados

as variáveis latentes foram suportadas pelos dados empíricos nos correspondentes caminhos de análise (β). Para determinar o tamanho do efeito (f^2), foram tidos em conta os seguintes limites: ($>0,02$) com efeito pequeno; ($>0,150$) com efeito médio; e ($>0,35$) com efeito grande (Cohen, 1988).

O CANOE explica significativamente a extroversão ($\beta=0,740$, $p<0,01$), a agradabilidade ($\beta=0,773$, $p<0,01$), a conscienciosidade ($\beta=0,798$, $p<0,01$), estado emocional ($\beta=0,678$, $p<0,01$), e aberto a novas experiências ($\beta=0,731$, $p<0,01$), confirmando assim a H1. O modelo estrutural explica 14,8% da variância na facilidade de utilização. O CANOE explica significativamente ($\beta=0,385$, $p<0,01$) suportando a H2b. O modelo estrutural explica 56,6% da variância na utilidade percebida. O CANOE explica significativamente ($\beta=0,293$, $p<0,01$) suportando a H2c. A facilidade de utilização explica significativamente ($\beta=0,589$, $p<0,01$) suportando H4b. O modelo estrutural explica 72,1% da variância no prazer de utilização. O CANOE explica significativamente ($\beta=0,152$, $p<0,01$) suportando a H2a. O fluxo explica significativamente ($\beta=0,332$, $p<0,01$) suportando a H3a. A facilidade de utilização explica significativamente ($\beta=0,482$, $p<0,01$) suportando a H4a. O modelo estrutural explica 54,2% da variância na intenção de utilizar. O prazer de utilização explica significativamente ($\beta=0,419$, $p<0,01$) suportando a H5. A percepção de utilidade explica significativamente ($\beta=0,352$, $p<0,01$), suportando a H6. O modelo estrutural explica 13,2% da variância no uso. O fluxo explica significativamente o uso ($\beta=0,228$, $p<0,01$), suportando a H3b. A intenção de utilização explica significativamente o uso ($\beta=0,185$, $p<0,05$) suportando a H7. A qualidade do modelo estrutural é baseada nas correlações múltiplas ao quadrado (R^2). Após a validação das medidas e confirmada a qualidade do modelo estrutural, os resultados indicam que o modelo é válido. A análise de caminhos foi analisada para testar as hipóteses de investigação.

6. Discussão

Como demonstra a tabela 3, elaborada a partir da análise aos dados, todas as hipóteses foram suportadas. As hipóteses H2a, H2b e H2c foram suportadas pelos resultados empíricos ($p<0,01$). O CANOE tem um impacto positivo sobre o prazer na utilização, utilidade percebida e na percepção da facilidade de utilização. A hipótese H3a foi confirmada. O fluxo tem um impacto positivo no prazer na utilização ($p<0,01$). Os resultados indicam que quanto mais os alunos se sentem no estado de fluxo mais prazer na utilização experienciam. Estes resultados têm similaridades com estudos anteriores que reportam um impacto positivo do fluxo no prazer de utilização (Voiskounsky, Mitina, & Avetisova, 2004; Weibel, Wissmath, Habegger, Steiner, & Groner, 2008). A hipótese H3b foi suportada ($p<0,01$). O fluxo tem um impacto positivo no uso. Estes resultados são corroborados por Koufaris (2002). A hipótese H4a foi suportada nos resultados empíricos ($p<0,01$) e revelam que a facilidade de utilização tem um impacto positivo no prazer de utilização. Os alunos percebem a utilização do curso *online* gamificado como fácil de usar e quanto maior for essa percepção maior será a percepção do prazer na utilização. Estudos anteriores suportam estes resultados (Davis et al., 1992). A hipótese H4b foi suportada. A análise aos resultados revelou que a facilidade de utilização tem um efeito positivo na percepção de utilidade do curso *online* gamificado. Estes resultados são consistentes com estudos anteriores (Davis, 1989; Özbek et al., 2014). Quando a tecnologia é percebida como mais fácil de utilizar, é também considerada mais útil (Davis, 1989; Venkatesh & Davis, 2000b) e mais agradável (Van der Heijden, 2004). Estes resultados

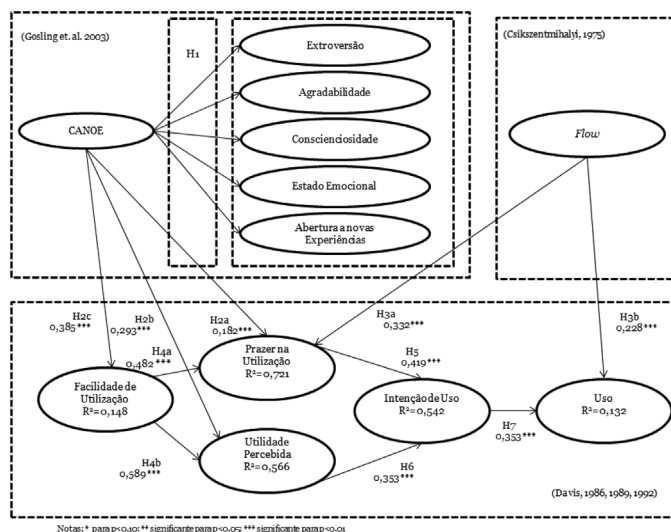


Figura 2 – Resultados do modelo de análise estrutural

sugerem que os alunos percecionam a facilidade de utilização do curso *online* gamificado e consequentemente percecionam-na com utilidade para a sua aprendizagem. A hipótese H5 foi suportada. Os resultados empíricos ($p < 0,01$) revelam que o prazer na utilização tem um impacto positivo na intenção de uso. Estes resultados têm suporte nos estudos anteriores (Lou, Chau, & Li, 2005; Venkatesh et al., 2002; Yi & Hwang, 2003). A hipótese H6 foi suportada. A análise aos resultados revelou que a utilidade percebida tem impacto positivo na intenção de uso. A intenção positiva do aluno utilizar o curso *online* gamificado resulta da facilidade de utilização, da fácil interação com os conteúdos e atividades e do prazer experienciado enquanto o utiliza. Estes resultados são corroborados por Davis (1989). Por último H7 foi suportada. Os resultados empíricos ($p < 0,05$) demonstram que a intenção de uso tem impacto no uso. Estes resultados são consistentes com estudos realizados por (Moon & Kim, 2001; Venkatesh & Davis, 2000b).

Este estudo de investigação demonstra que o CANOE, facilidade de utilização e *fluxo* são determinantes no prazer na utilização. O CANOE é determinante na facilidade de utilização do curso *online* gamificado. O CANOE e a facilidade de utilização são determinantes na utilidade percebida. O prazer na utilização e a utilidade percebida são fatores determinantes na intenção de utilização. Por último, a intenção de utilização e o *fluxo* são determinantes que contribuem para o uso do curso *online* gamificado. Com a validação do modelo proposto, este estudo propõe um novo modelo de adoção da gamificação que integra duas dimensões (*fluxo* e CANOE). Este modelo é composto pelas dimensões facilidade da utilização, prazer na utilização, utilidade percebida, intenção de uso, uso, *fluxo* e CANOE validado neste estudo como dimensão hierárquica.

7. Conclusões

Este estudo propõe um modelo explicativo do impacto das características individuais do indivíduo (CANOE) e do *fluxo* na adoção de um curso *online* gamificado para

aprendizagem da programação. O modelo de investigação foi testado empiricamente com 108 alunos e foi validado. Da análise ao modelo estrutural podemos concluir que o prazer de utilização é explicado em 72% pela variação do *CANOE*, fluxo e facilidade de utilização. A facilidade de utilização é explicada em 14,8% pelo *CANOE*. A utilidade percebida é explicada em 56,6% pela facilidade de utilização e pelo *CANOE*. A intenção de utilização é explicada em 54,2% pelo prazer na utilização e pela utilidade percebida. O uso é explicado em 13,2% pelo *fluxo* e pela intenção de uso. Para trabalhos futuros sugerimos, estudos que avaliem o impacto do *CANOE* e do fluxo no desempenho individual do aluno. Também será útil a comparação da influência do *CANOE* e do fluxo na adoção de cursos *online* gamificados em diferentes contextos de utilização.

Referências

- Aparicio, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2016). An e-learning theoretical framework. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(1), 292.
- Aparicio, M., Bacao, F., & Oliveira, T. (2017). Grit in the path to e-learning success. *Computers in Human Behavior*, 66, 388–399. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.009>
- Arias, J., Contreras, J., Espada, R., & Melo, M. (2017). Validación de un cuestionario de satisfacción para la introducción de la gamificación móvil en la educación superior. *RISTI- Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (23), 33–45. <https://doi.org/10.17013/risti.23.33-45>.
- Bernstein, I. H., & Nunnally, J. (1994). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Oliva, TA., Oliver, RL., & MacMillan, IC. (1992). A catastrophe model for developing service satisfaction strategies. *Journal of Marketing*, 56, 83–95.
- Bontempo, K., Napier, J., Hayes, L., & Brashear, V. (2014). Does personality matter? An international study of sign language interpreter disposition. *Translation and Interpreting: the International Journal of Translation and Interpreting Research*, 6(1), 23–46.
- Bouvier, D., Lovellette, E., Matta, J., Alshaigy, B., Becker, B. A., Craig, M., & Zarb, M. (2016). Novice Programmers and the Problem Description Effect. In *Proceedings of the 2016 ITiCSE Working Group Reports* (pp. 103–118). New York, NY, USA: ACM.
- Chamorro-Premuzic, T., Furnham, A., & Lewis, M. (2007). Personality and approaches to learning predict preference for different teaching methods. *Learning and Individual Differences*, 17(3), 241–250. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2006.12.001>
- Cheung, L. Y. (2016). *On the influences of personality traits on employees engagement with gamified enterprise tools*. (Master Thesis), Delft University of Technology, Netherlands.
- Childers, T. L., Carr, C. L., Peck, J., & Carson, S. (2001). Hedonic and utilitarian motivations for online retail shopping behavior. *Journal of Retailing*, 77(4), 511–535.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.

- Costa, C. J., Aparicio, M., Aparicio, S., & Aparicio, J. T. (2017). Gamification Usage Ecology. In *Proceedings of the 35th ACM International Conference on the Design of Communication* (p. 2:1–2:9). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/3121113.3121205>
- Costa, C. J., Ferreira, E., Bento, F., & Aparicio, M. (2016). Enterprise resource planning adoption and satisfaction determinants. *Computers in Human Behavior*, 63, 659–671.
- Costa, C. J., Aparicio, M., & Cordeiro, C. (2012). Web-Based Graphic Environment to Support Programming in the Beginning Learning Process. *Entertainment Computing - ICEC 2012* (pp. 413–416). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33542-6_41
- Costa, R. L. P. de A. (2012). *Ludificação: o futuro do trabalho será um jogo? reflexão sobre o trabalho no século XXI a partir de casos de plataformas de recrutamento e seleção de jovens*. Lisboa: Universidade Católica Portuguesa. Obtido de <http://hdl.handle.net/10400.14/17837>
- Costa, C. J., Silva, J., & Aparicio, M. (2007). Evaluating web usability using small display devices. In *Proceedings of the 25th annual ACM international conference on Design of communication* (pp. 263–268). ACM.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Davis, F. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Davis, F., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111–1132.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From Game Design Elements to Gamefulness: Defining «Gamification». Em *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9–15). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75–88.
- Domínguez, A., Saenz-de-Navarrete, J., de-Marcos, L., Fernández-Sanz, L., Pagés, C., & Martínez-Herráiz, J.-J. (2013). Gamifying learning experiences: Practical implications and outcomes. *Computers & Education*, 63, 380–392. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.020>

- Duff, A., Boyle, E., Dunleavy, K., & Ferguson, J. (2004). The relationship between personality, approach to learning and academic performance. *Personality and Individual Differences*, 36(8), 1907–1920. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2003.08.020>
- Engeser, S., & Rheinberg, F. (2008). Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. *Motivation and Emotion*, 32(3), 158–172. <https://doi.org/10.1007/s11031-008-9102-4>
- Ferreira, F., Costa, C. J., Aparicio, M., & Aparicio, S. (2017). Learning programming: A continuance model. In *Proceedings of 2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–6). <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975815>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3), 382–388.
- Goldberg, L. R. (1990). An alternative ‘description of personality’: The big-five factor structure. *Journal of Personality and Social Psychology*, 59(6), 1216–1229.
- Gosling, S. D., Rentfrow, P. J., & Swann Jr., W. B. (2003). A very brief measure of the Big-Five personality domains. *Journal of Research in Personality*, 37(6), 504–528.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Hair, J. F., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2011). PLS-SEM: Indeed a Silver Bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2), 139–152.
- Hair, R., Hult, G., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2013). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Hawi, N. (2010). Causal attributions of success and failure made by undergraduate students in an introductory-level computer programming course. *Computers & Education*, 54(4), 1127–1136.
- Henseler, J., Dijkstra, T. K., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Diamantopoulos, A., Straub, D. W., & Calantone, R. J. (2014). Common Beliefs and Reality About PLS: Comments on Rönkkö and Evermann (2013). *Organizational Research Methods*, 17(2), 182–209.
- Ibáñez, M. B., Di-Serio, Á., & Delgado-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(3), 291–301. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2329293>
- Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. 3rd annual Conference of LTSN-ICS. Loughborough: Loughborough University.

- John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big Five Trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. In *Handbook of personality: Theory and research*, 2nd ed. (pp. 102–138). New York, NY, US: Guilford Press.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13–24. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Knutas, A., Ikonen, J., Nikula, U., & Porras, J. (2014). Increasing Collaborative Communications in a Programming Course with Gamification: A Case Study. Em *Proceedings of the 15th International Conference on Computer Systems and Technologies* (pp. 370–377). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2659532.2659620>
- Koufaris, M. (2002). Applying the Technology Acceptance Model and Flow Theory to Online Consumer Behavior. *Information Systems Research*, 13(2), 205–223.
- Lahtinen, E., Ala-Mutka, K., & Järvinen, H.-M. (2005). A study of the difficulties of novice programmers. *SIGCSE Bull*, 37(3), 14–18. <https://doi.org/10.1145/1151954.1067453>
- Liao, L.-F. (2006a). A Flow Theory Perspective on Learner Motivation and Behavior in Distance Education. *Distance Education*, 27(1), 45–62. <https://doi.org/10.1080/01587910600653215>
- Liao, L.-F. (2006b). A Flow Theory Perspective on Learner Motivation and Behavior in Distance Education. *Distance Education*, 27(1), 45–62. <https://doi.org/10.1080/01587910600653215>
- Liu, S.-H., Liao, H.-L., & Pratt, J. A. (2009). Impact of media richness and flow on e-learning technology acceptance. *Computers & Education*, 52(3), 599–607.
- Lou, H., Chau, P., & Li, D. (2005). Understanding Individual Adoption of Instant Messaging: An Empirical Investigation. *Journal of the Association for Information Systems*, 6(4), 102–129.
- Lu, Y., Zhou, T., & Wang, B. (2009). Exploring Chinese users' acceptance of instant messaging using the theory of planned behavior, the technology acceptance model, and the flow theory. *Computers in Human Behavior*, 25(1), 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.06.002>
- McCrae, R. R., & Costa, P. T. (1987). Validation of the five-factor model of personality across instruments and observers. *Journal of Personality and Social Psychology*, 52(1), 81–90. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.1.81>
- McCrae, R. R., & John, O. P. (1992). An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications. *Journal of Personality*, 60(2), 175–215. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1992.tb00970.x>

- McGill, M. M. (2012). Learning to Program with Personal Robots: Influences on Student Motivation. *Trans. Comput. Educ.*, 12(1), 4:1–4:32. <https://doi.org/10.1145/2133797.2133801>
- Moon, J.-W., & Kim, Y.-G. (2001). Extending the TAM for a World-Wide-Web context. *Information & Management*, 38(4), 217–230. [https://doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00061-6](https://doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00061-6)
- Ngidi, D. P. (2013). Students' Personality Traits and Learning Approaches. *Journal of Psychology in Africa*, 23(1), 149–152. <https://doi.org/10.1080/14330237.2013.10820610>
- O'Cass, A., & Fenech, T. (2003). Web retailing adoption: exploring the nature of internet users Web retailing behaviour. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 10(2), 81–94.
- Özbek, V., Almaçık, Ü., Koc, F., Akkılıç, M. E., & Kaş, E. (2014). The Impact of Personality on Technology Acceptance: A Study on Smart Phone Users. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 150, 541–551. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.09.073>
- Piteira, M., & Costa, C. (2013). Learning Computer Programming: Study of Difficulties in Learning Programming. Em *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (pp. 75–80). New York, NY, USA: ACM.
- Piteira, M., & Costa, C. J. (2014). Aprendizagem da Programação: Problemas e Soluções. Apresentado na 14^a Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação. Santarém: Instituto Politécnico de Santarém.
- Piteira, M., & Costa, C. J. (2017). Gamification: Conceptual framework to online courses of learning computer programming. Em *2017 12th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* (pp. 1–7). Lisboa: ISCTE-IUL.
- Piteira, M., Costa, C. J., & Aparício, M. (2017). A conceptual framework to implement gamification on online courses of computer programming learning: implementation. In *Proceedings of ICERI2017 - International Conference of Education, Research and Innovation*. Seville, Spain.
- Piteira, M., & Costa, C. (2012). Computer Programming and Novice Programmers. Em *Proceedings of the Workshop on Information Systems and Design of Communication* (pp. 51–53). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2311917.2311927>
- Piteira, M., & Costa, C. (2013). Learning Computer Programming: Study of Difficulties in Learning Programming. Em *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (pp. 75–80). New York, NY, USA: ACM.
- Renumol, V. G., Janakiram, D., & Jayaprakash, S. (2010). Identification of Cognitive Processes of Effective and Ineffective Students during Computer Programming. *Trans. Comput. Educ.*, 10(3), 10:1–10:21. <https://doi.org/10.1145/1821996.1821998>

- Ringle, C., Wende, S., & Will, A. (2005). Smart-PLS Version 2.0 M3. *University of Hamburg*.
- Rodrigues, L. F., Costa, C. J., & Oliveira, A. (2013). The Adoption of Gamification in e-Banking. In *Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication* (pp. 47–55). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/2503859.2503867>
- Rodrigues, L. F., Oliveira, A., & Costa, C. J. (2016). Does ease-of-use contributes to the perception of enjoyment? A case of gamification in e-banking. *Computers in Human Behavior*, 61, 114–126.
- Salleh, S. M., Shukur, Z., & Judi, H. M. (2013). Analysis of Research in Programming Teaching Tools: An Initial Review. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103(Supplement C), 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.317>
- Schulte, C., & Bennedsen, J. (2006). What Do Teachers Teach in Introductory Programming? *Proceedings of the Second International Workshop on Computing Education Research* (pp. 17–28). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1151588.1151593>
- Sherhoff, D. J., Csikszentmihalyi, M., Schneider, B., & Sherhoff, E. S. (2014). Student Engagement in High School Classrooms from the Perspective of Flow Theory. *Applications of Flow in Human Development and Education* (pp. 475–494). Springer, Dordrecht.
- Sherry, J. L. (2004). Flow and media enjoyment. *Communication Theory*, 14(4), 328–347.
- Shih, Y.-C., & Fan, S.-T. (2013). Adoption of Instant Messaging By Travel Agency Workers in Taiwan: Integrating Technology Readiness with the Theory of Planned Behavior. *International Journal of Business and Information; Sansia*, 8(1), 120–136.
- Sorva, J., & Sirkiä, T. (2010). UUhistle: A Software Tool for Visual Program Simulation. *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 49–54). New York, NY, USA: ACM. <https://doi.org/10.1145/1930464.1930471>
- Sousa, N. M., Costa, C. J., & Aparicio, M. (2017). Ba: um fator determinante no uso de sistemas de gestão do conhecimento. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies (RISTI)*, 2017(22), 1–19. <https://doi.org/10.17013/risti.22.1-19>
- Teo, T., & Noyes, J. (2011). An assessment of the influence of perceived enjoyment and attitude on the intention to use technology among pre-service teachers: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 57(2), 1645–1653.
- Van der Heijden, H. (2004). User Acceptance of Hedonic Information Systems. *MIS Quarterly*, 28(4), 695–704.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000a). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.

- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000b). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V., Speier, C., & Morris, M. G. (2002). User Acceptance Enablers in Individual Decision Making About Technology: Toward an Integrated Model. *Decision Sciences*, 33(2), 297–316.
- Voiskounsky, A. E., Mitina, O. V., & Avetisova, A. A. (2004). Playing online games: Flow experience. *PsychNology Journal*, 2(3), 259–281.
- Weibel, D., Wissmath, B., Habegger, S., Steiner, Y., & Groner, R. (2008). Playing online games against computer- vs. human-controlled opponents: Effects on presence, flow, and enjoyment. *Computers in Human Behavior*, 24(5), 2274–2291. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2007.11.002>
- Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- Winslow, L. E. (1996). Programming pedagogy-a psychological overview. *SIGCSE Bull.*, 28(3), 17–22. <https://doi.org/10.1145/234867.234872>
- Wright, S. (1934). The Method of Path Coefficients. *The Annals of Mathematical Statistics*, 5(3), 161–215.
- Yadav, A., Stephenson, C., & Hong, H. (2017). Computational Thinking for Teacher Education. *Commun. ACM*, 60(4), 55–62. <https://doi.org/10.1145/2994591>
- Yi, M. Y., & Hwang, Y. (2003). Predicting the use of web-based information systems: self-efficacy, enjoyment, learning goal orientation, and the technology acceptance model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 59(4), 431–449. [https://doi.org/10.1016/S1071-5819\(03\)00114-9](https://doi.org/10.1016/S1071-5819(03)00114-9)

Anexo A. Operacionalização das Dimensões

Dimensão	Cód.	Variáveis Observadas	Autor
Facilidade de Utilização	PEOU1	A utilização da interface do curso <i>online</i> não requer um grande esforço mental.	(Davis et. al., 1989)
	PEOU2	A interação com o curso <i>online</i> é clara e compreensível.	
	PEOU3	É fácil através da interface, fazer o que pretendo fazer.	
	PEOU4	A interface do curso <i>online</i> é fácil de usar.	
Prazer na Utilização	ENJ1	A experiência de aprendizagem no curso é divertida.	(Davis et. al., 1992)
	ENJ2	A experiência de aprendizagem no curso é agradável.	
	ENJ3	A experiência de aprendizagem no curso é empolgante.	
	ENJ4	A experiência de aprendizagem no curso é interessante.	
Perceção da Utilidade	PU1	O curso <i>online</i> facilita a minha aprendizagem dos conceitos fundamentais de programação.	(Davis et al., 1989)
	PU2	O curso <i>online</i> permite-me alcançar os conhecimentos necessários sobre os conceitos fundamentais de programação.	
	PU3	Frequentar o curso permite-me aperfeiçoar o meu conhecimento sobre os conceitos fundamentais de programação.	
	PU4	Torno-me mais eficaz a programar quando frequento o curso <i>online</i> .	
	PU5	O curso <i>online</i> é útil.	
Intenção de Utilizar	IU1	Planeio-o continuar a frequentar o curso <i>online</i> .	(Davis et al., 1989)
	IU2	Pretendo continuar a frequentar o curso <i>online</i> no futuro.	
	IU3	Tenciono falar sobre o curso com os meus amigos.	
Uso	U1	Durante o último mês quantas vezes acederam ao curso <i>online</i> .	(Davis, et al., 1992)
	U2	Indique em média a maior duração de uma das sessões no curso <i>online</i> .	
Fluxo	FLO1	No curso <i>online</i> , sinto que existe a quantidade certa de desafio.	Engeser et. al., 2003)
	FLO2	Os meus pensamentos/atividades surgem rapidamente e suavemente.	
	FLO3	Não dou pelo tempo a passar.	
	FLO4	Não tenho dificuldade em concentrar-me.	
	FLO5	A minha mente está completamente limpa.	
	FLO6	Fico totalmente absorvido naquilo que estou a fazer.	
	FLO7	Os pensamentos/ movimentos certos ocorrem de acordo com os mesmos.	
	FLO8	Sei o que tenho que fazer em cada etapa do curso.	
	FLO9	No curso <i>online</i> , tenho o controlo sobre tudo o que estou a fazer.	
	FLO10	Estou completamente perdido nos meus pensamentos.	
Personalidade	PER1	Extrovertida, entusiasta	(Gosling, et. al, 2003)
	PER2	Crítica, conflituosa	
	PER3	Confiável, autodisciplinada	
	PER4	Ansiosa, facilmente chateada	
	PER5	Aberta a novas experiências, criativa	
	PER6	Reservada, calada	
	PER7	Simpática, calorosa	
	PER8	Desorganizada, descuidada	
	PER9	Calma, emocionalmente estável	
	PER10	Convencional, não criativa	

Acessibilidade em Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Carlos Luís¹, Álvaro Rocha¹, Maria José Marcelino¹

cjluis@student.dei.uc.pt, amrocha@dei.uc.pt, zemar@dei.uc.pt

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

DOI: 10.17013/risti.25.54-65

Resumo: As revoluções tecnológicas e o uso alargado das Tecnologias de Informação e Comunicação têm estimulado a criação de ambientes virtuais de aprendizagem, complementares a todo o processo ensino/aprendizagem. Com este trabalho pretende-se identificar, analisar e descrever alguns métodos existentes para melhorar a acessibilidade dos ambientes virtuais de aprendizagem. Para isso procedeu-se a uma revisão sistemática da literatura sobre acessibilidade nestes ambientes, entre 2010 e 2016, efetuando uma pesquisa em diversas bases de dados de publicações científicas. A combinação de vários métodos com base em padrões e normas é decisiva para apoiar serviços personalizados de ensino/aprendizagem. Por outro lado, o “*Universal Design for Learning*” e o “*Universal Design of Instruction*,” fornecem um conjunto de princípios e estratégias que procuram reduzir as barreiras e criar modelos facilitadores de ensino/aprendizagem com este propósito. Ainda a integração de práticas pedagógicas inclusivas com recursos tecnológicos adequados permite criar ambientes virtuais de aprendizagem acessíveis.

Palavras-Chave: Acessibilidade; ambientes virtuais de aprendizagem; Moodle.

Accessibility in Virtual Learning Environments

Abstract: Technological revolutions and the widespread use of Information and Communications Technologies have stimulated the creation of virtual learning environments complementary to the teaching/learning process. The main objective of this paper is to identify, analyse and describe existing methods to improve the accessibility of virtual learning environments. To achieve this goal, a systematic review of the literature on accessibility and virtual learning environments was carried out, between 2010 and 2016, using diverse databases of scientific publications. The combination of various methods based on standards and norms is critical to support personalized teaching/learning services. On the other hand, Universal Design for Learning and the Universal Design of Instruction provide a set of principles and strategies that seek to reduce barriers and create facilitating models of teaching / learning for this purpose. Also, the integration of inclusive pedagogical practices with adequate technological resources allows the creation of accessible virtual learning environments.

Keywords: Accessibility; virtual learning environments; Moodle.

1. Introdução

As revoluções tecnológicas e o uso alargado das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) têm estimulado a emergência de novos ambientes virtuais de aprendizagem (AVA), conceito amplo que, para além de integrar todo o tipo de recursos digitais, define a forma de comunicação e os diferentes cenários de educação-formação (Keller, 2005) (Rodrigues et al., 2017). Segundo Dillenbourg (Dillenbourg et al., 2002), as condições necessárias para um AVA são a existência de um espaço concebido para a disponibilidade de informação, a existência de um ambiente com interações sociais e educacionais e de alunos ativos — e não apenas recetores da informação. A maioria dos AVA permite a utilização de tecnologias diferentes e várias abordagens pedagógicas. Um AVA pode incluir várias funções, tais como: texto, multimédia, *chats*, fóruns de discussão, perguntas e exames eletrónicos, consultas, *emails* e bibliotecas com disponibilização de hiperligações (Dillenbourg et al., 2002).

Todo o processo de ensino/aprendizagem vive complexos momentos de mudança. O desenvolvimento das novas tecnologias na educação a distância, torna os AVA um espaço de inovação na construção do conhecimento para todos. Um dos fatores cruciais nos AVA é a sua acessibilidade. Para concretizar esse objetivo e com o intuito de aumentar a sua abrangência é crucial analisar, avaliar e refletir na produção de AVA acessíveis.

A preocupação com a acessibilidade não é um conceito novo (Rocha et al., 2012). Em 1971, na Faculdade de Engenharia da Universidade de Wisconsin-Madison, foi criado o Trace Research & Development Center para eliminar barreiras e capitalizar as novas oportunidades patenteadas pelas TIC (Center, 2013).

Em 1997, a Australian Human Rights Commission (“the Commission”) criou *standards* de acessibilidade. Ao mesmo tempo, o World Wide Web Consortium (W3C), fundado por Tim Berners-Lee em 1994, tenta assegurar o crescimento e o desenvolvimento da *Web* para todos, com o desenvolvimento de protocolos e diretrizes. Estes avanços/progressos permitiram o acesso à informação a todos os utilizadores, independentemente das suas necessidades específicas (W3C, 2005).

Neste artigo apresenta-se uma revisão sistemática da literatura que pretende sintetizar o conhecimento disponível sobre acessibilidade em AVA e, assim, contribuir para uma utilização mais ampla e abrangente destes ambientes.

A metodologia utilizada foi a metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Liberati et al., 2009), que envolve a seleção de artigos versando o tema, de modo a contribuir para um melhor conhecimento sobre o mesmo.

2. Objetivo e métodos

O principal objetivo deste artigo é, de uma forma sintética, responder à questão de investigação: Existem métodos para a construção de ambientes virtuais de aprendizagem acessíveis?

Neste contexto, tentou-se identificar, analisar e descrever os métodos utilizados para melhorar a sua acessibilidade, de forma a perspetivar uma das atividades mais antigas da condição dos seres humanos: a aprendizagem.

O desenho metodológico definido para levar a cabo esta revisão sistemática da literatura seguiu o protocolo PRISMA (Liberati et al., 2009) (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & Grp, 2009), com as suas várias fases: a) definição da questão de investigação; b) identificação dos termos de pesquisa e realização da pesquisa nas bases de dados; c) definição dos critérios de elegibilidade; e d) decisão da inclusão, tendo por base, sequencialmente, o título, os resumos, as conclusões e, numa fase final, a leitura integral dos artigos.

2.1. Critérios de elegibilidade

Foram incluídos artigos publicados entre 2010 e 2016, em língua inglesa ou portuguesa, que avaliam e/ou determinam a acessibilidade dos AVA.

2.2. Fontes de informação

Foi realizada uma pesquisa nas bases de dados: IEEE *Xplore Digital Library* (*Institute of Electrical and Electronics Engineers, organização fundada em 1884*), ACM (*Association for Computer Machinery*) *Digital Library*, SCiELO (*Scientific Electronic Library Online*), *ScienceDirect* e B-on — Biblioteca do Conhecimento.

Para a pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chaves: Acessibilidade and (ambientes virtuais de aprendizagem) e acessibilidade and Moodle (pelo facto de ser um dos AVA’s, *open source*, mais utilizado do mundo), *accessibility and (virtual learning environment)*, *Accessibility and Moodle*. Foi ainda efetuada uma pesquisa manual nas referências bibliográficas dos artigos consultados.

2.3. Seleção dos estudos

Foi feita uma seleção inicial dos artigos com base no título, resumo, conclusão e, posteriormente, leitura dos artigos na íntegra, utilizando os critérios de elegibilidade.

3. Resultados

Numa primeira fase, foram identificados 82 artigos, dos quais 49 foram excluídos após avaliação com base no título, resumo e conclusão, uma vez que divergiam do pretendido (Tabela 1).

Motor de Busca	N.º	Não	Sim
ACM Digital Library	6	6	-
IEEE Digital Library	39	23	16
SCiELO Scientific Electronic Library Online	6	5	1
B-on - Biblioteca do Conhecimento	15	8	7
ScienceDirect	10	7	3
Outras	6	-	6
Total	82	49	33

Tabela 1 – Dados quantitativos relativos às pesquisas efetuadas

Após leitura na íntegra dos 33 últimos artigos, 24 foram excluídos. Foram, então, seleccionados 9 artigos para o estudo proposto (ver Figura 1).

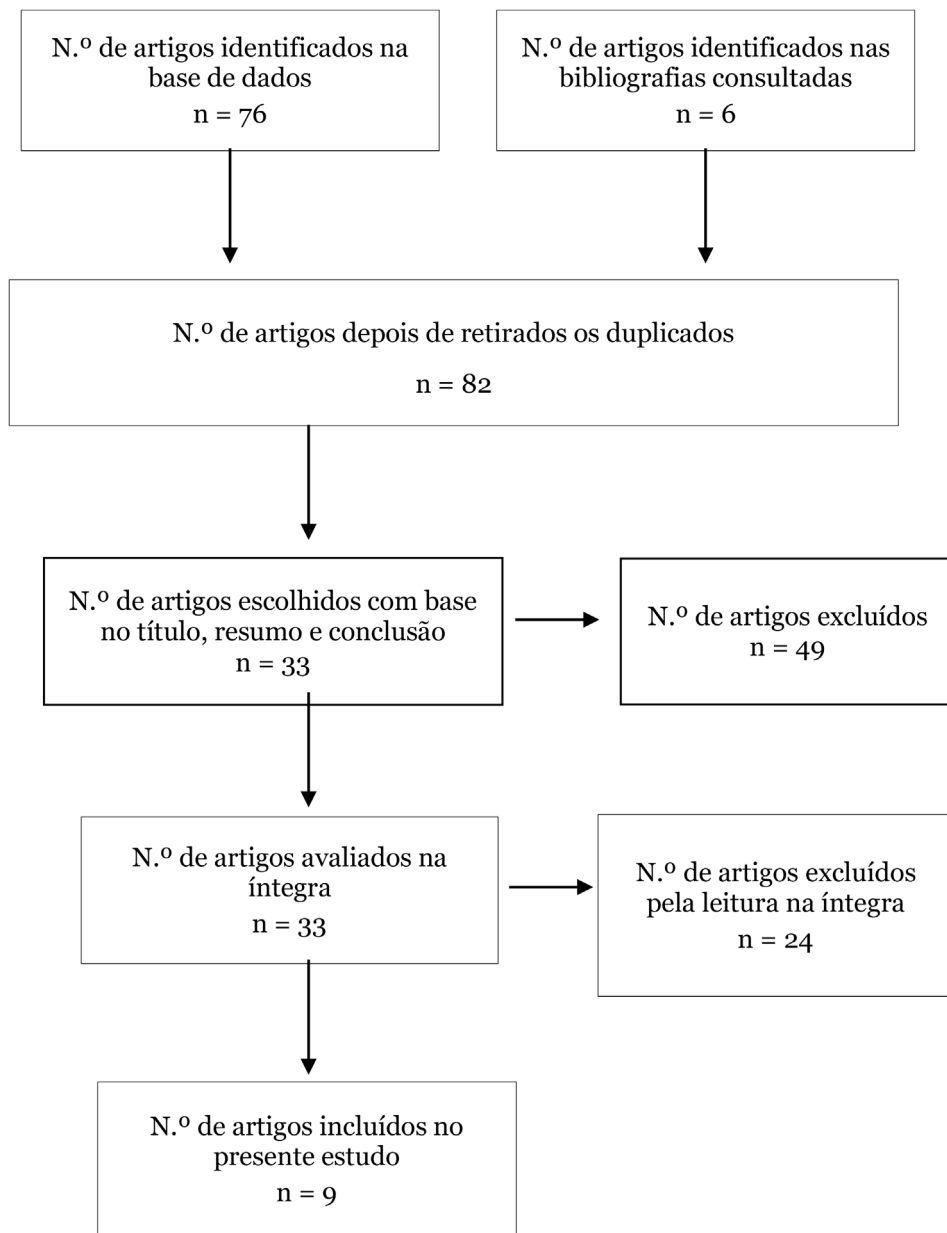


Figura 1 – Esquema do fluxo da informação no estudo efetuado seguindo o protocolo PRISMA(Liberati et al., 2009).

Autores (ano)	Título do artigo	Público-alvo	Métodos usados
H. R. Amado-Salvatierra, R. Hernández, and J. R. Hilera (2012)	Implementation of Accessibility Standards in the Process of Course Design in Virtual Learning Environments	Estudante sem especificação	<i>Universal Design for Learning Universal Design of Instruction</i>
H. R. Amado-Salvatierra, R. Hernández, and J. R. Hilera (2014)	Teaching and promoting web accessibility in virtual learning environments: A staff training experience in Latin-America	Estudantes do ensino superior	<i>Universal Design for Learning Universal Design of Instruction</i>
H. R. Amado-Salvatierra and R. H. Rizzardini (2014)	Towards a methodology to inclusive curriculum design: An experience presented within an accessible virtual learning environment	Estudantes do ensino superior	<i>Universal Design for Learning Universal Design of Instruction</i>
P. McAndrew and R. F. M. Cooper (2012)	Adapting online learning resources for all: planning for professionalism in accessibility	Estudantes do ensino superior	<i>Universal Design for Learning</i>
F. Ravanelli and I. Serina (2014)	Didactic and Pedagogical View of E-learning Activities Free University of Bozen-bolzano	Estudante sem especificação	<i>Universal Design for Learning Universal Design of Instruction</i>
T. Elias (2010)	Universal Instructional Design Principles for Moodle	Estudantes do ensino superior	<i>Universal Design for Learning Universal Design of Instruction</i>
E. Pearson, V. Gkatzidou, and S. Green (2011)	Widgets to Support the Concept of an Adaptable Personal Learning Environment	Estudante sem especificação	<i>Agile development methodology to create Widgets</i>
L. Anido-Rifon, M. Fernandez-Iglesias, C. Rivas-Costa, S. Valladares-Rodriguez, and M. Gomez-Carballa (2013)	Providing a holistic educational environment for the whole family	Estudante sem especificação	<i>Adaptação de periféricos</i>
B. Kouninef, G. Merad, and M. Djelti (2015)	The Use of QR Codes and Mobile Technology in the Blended Learning Approach	Estudante sem especificação	<i>Mobile Learning</i>

Tabela 2 – Caracterização dos artigos selecionados

É de salientar que praticamente na totalidade dos 9 artigos analisados foi observada a importância dos padrões de acessibilidade, estabelecidos pelo W3C, na implementação dos AVA.

4. A acessibilidade em ambientes virtuais de aprendizagem

Na educação não-formal, que decorre ao longo da vida, o processo ensino/aprendizagem desenvolve-se em diversos contextos e situações (Gohn, 2006). Neste contexto a acessibilidade dos AVA, para pessoas com diferentes perfis e necessidades assume uma preocupação relevante.

Na Tabela 2 resumem-se as principais características dos artigos selecionados para esta revisão sistemática da literatura

Amado-Salvatierra *et al.* (Hector R. Amado-Salvatierra, Hernández, & Hilera, 2012) (H R Amado-Salvatierra, Hernández, & Hilera, 2014) (H R Amado-Salvatierra & Rizzardini, 2014) descrevem um estudo de caso onde propõem a implementação de várias diretrizes e recomendações para o desenvolvimento de metodologias na produção de conteúdos multimédia/interativos, numa arquitetura de serviços *web* aberta, que visa apoiar a interação e garantir os principais padrões de acessibilidade para estudantes do ensino superior. O projeto ESVI-AL (*Educación Superior Virtual Inclusiva — América Latina*) e o projeto EU4ALL (*European Unified Approach for Accessible Lifelong Learning*) baseiam-se na norma UNE 66181, que oferece um conjunto de métodos e padrões genéricos de acessibilidade. Estes projetos implementaram e validaram um conjunto de requisitos de acessibilidade no contexto da educação em ambientes virtuais, reconhecidas como normas de boas práticas e padrões de qualidade.

McAndrew & Cooper n.d (McAndrew & Cooper, sem data) propõem o conceito de *Universal Design for Learning* (UDL). O UDL corresponde a um conjunto de princípios e estratégias que procuram reduzir as barreiras no ensino/aprendizagem, independentemente das necessidades físicas e cognitivas dos educandos universitários. Nesse contexto, o professor deve desenvolver planos de trabalho que possam proporcionar múltiplos meios: i) de Apresentação; ii) de Ação e Expressão; iii) de Autoenvolvimento (*Engagement*), enriquecendo as estratégias de ensino e promovendo atividades contextualizadas na prática pedagógica.

Para Ravanelli & Serina 2014 (Ravanelli & Serina, 2014) the contribution of technology, especially web 2.0, has transformed the concept of distance learning into that of e-learning and online learning. These are based on the use of CSCL (Computer Supported Collaborative Learning e Elias 2010 (Elias, 2010) a acessibilidade nos *Learning Management System* (LMS) passa pelo princípio do UDL e do *Universal Design of Instruction* (UDI). Este modelo permite construir módulos educativos ou planificar aulas de forma a aumentar a capacidade de aprendizagem, tornando-os mais eficazes e adequados a qualquer aluno, em diferentes contextos. De uma forma muito breve, o UDI enuncia oito princípios fundamentais de acessibilidade:

- Uso equitativo,
- Flexibilidade,
- Simplicidade,

- Ser intuitivo,
- Ter informação perceptível,
- Ter tolerância ao erro,
- Requerer um esforço físico e/ou técnico atingível,
- Ser acessível a uma comunidade ampla de alunos.

Deste modo, todos poderão interagir com os AVA, independentemente das suas limitações.

Dos artigos incluídos, apenas Pearson *et al.* 2011 (Pearson, Gkatzidou, & Green, 2011) aborda as *Widgets* como uma ferramenta de apoio aos AVA vocacionados para o ensino/aprendizagem de alunos com necessidades especiais.

A possibilidade de o aluno controlar o ambiente, transformando-o num *Adaptable Personal Learning Environment* (APLE) com recurso às *widgets*, e assim poder decidir que ferramentas e/ou serviços usar e agregar no/ao seu espaço pessoal é uma mais-valia para o processo de aprendizagem. Uma solução tecnológica suportada por *Widgets*, parametrizando o seu *Personal Learning Environment* (PLE), quer ao nível da definição de uma estrutura coerente de menus e submenus, quer ao nível das configurações de acessibilidade, está subjacente no projeto *Widgets for Inclusive Distributed Environments* (WIDE). O projeto visa desenvolver recursos que ampliem as funcionalidades dos AVA de forma a responderem às necessidades específicas de aprendizagem dos alunos, adotando assim um conjunto de novas metodologias na sua construção (Pearson et al., 2011).

Para L. Anido-Rifon *et al.* (L. Anido-Rifon, Fernandez-Iglesias, Rivas-Costa, Valladares-Rodriguez, & Gomez-Carballa, 2013), o objetivo é criar um AVA acessível através de diferentes periféricos para facilitar e/ou promover o seu acesso a qualquer aluno, independentemente da sua situação de dependência pessoal. É importante compreender o carácter circunstanciado deste exemplo de boas práticas que constituirá, em função dos requisitos associados aos mesmos, o acesso por parte de todas as pessoas a um AVA. Este conceito técnico permite uma abordagem holística destes ambientes educacionais.

Mais centrado na inovação ao nível da acessibilidade e comunicação dos LMS, Kouninef *et al.* (Kouninef, Merad, & Djelti, 2015) descrevem os novos horizontes para o processo de ensino e aprendizagem utilizando os *Quick Response Code* (QR). O uso destes códigos poderá dar um novo enfoque à acessibilidade e à motivação dos alunos, introduzindo uma nova dinâmica nos AVA. O uso dos *podcasts* é um recurso pedagógico que possibilita um nível de interatividade elevado com os AVA. Os códigos QR poderão auxiliar e apoiar para todos os que têm dificuldades de compreensão dos processos de ensino/aprendizagem, independentemente das restrições de tempo e de lugar.

Todos os artigos citados abordam de uma forma muito explícita e sucinta alguns métodos necessários para a construção de AVA e oferecem um conjunto de procedimentos e padrões genéricos de acessibilidade, contribuindo para uma utilização mais ampla e abrangente destes ambientes. Amado-Salvatierra et al (2012, 2014 & 2014) utilizam o modelo ESVI-AL baseando numa série de métodos e normas de acessibilidade. McAndrew P, Ravanelli F, Elias T et al (2010, 2012 & 2014) aplicaram o *Universal Design for Learning e Universal Instructional Design* na produção de AVA e utilizando princípios, estratégias e métodos educativos de forma a diminuir os obstáculos cognitivos na utilização dos AVA, facilitando a

interação aluno-AVA. Pearson E (2011) utilizou um método *Agile* para desenvolver Widgets destinadas a serem utilizadas em AVA de forma a torná-los acessíveis. Anido-Rifon L (2013) preocupou-se com a adaptação e criação de periféricos. E Kouninef L (2015) optou pelo uso de códigos para facilitar a acessibilidade e a motivação dos alunos.

5. Discussão

Apesar da inegável relevância do tema da acessibilidade digital, a necessidade de compilar de forma sistemática um conjunto de métodos é um dos fatores importantes e primordiais dos AVA.

A criação de AVA acessíveis é uma tarefa complexa. Envolve diversas áreas do saber:

- O Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK): a capacidade de ensinar um determinado conteúdo;
- O Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK): saber seleccionar os recursos tecnológicos mais adequados para comunicar um determinado conteúdo;
- O Conhecimento Tecnológico-Pedagógico (TPK): saber usar esses recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem.

De acordo com Mishra e Koehler (Mishra & Koehler, 2006) as relações entre o conteúdo, pedagogia e tecnologia são complexas. Neste contexto e baseados na formulação de Shulman (Shulman, 1986) do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK), criaram um modelo, denominada *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK), *Figura 2*.

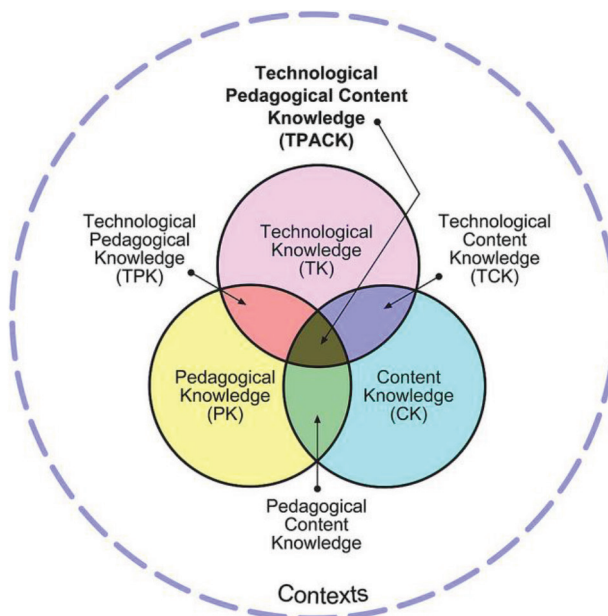


Figura 2 – Modelo TPACK
Fonte: <http://tpack.org>

A interseção destes três domínios do conhecimento na criação dos AVA - TPACK -é uma das formas de potencializar a sua acessibilidade. Analisar questões que não fazem parte deste modelo é essencial para os AVA. Neste contexto, as *Web Content Accessibility Guidelines* (WCAG 2.0) abrangem um vasto conjunto de recomendações com o objetivo de tornar os conteúdos digitais mais acessíveis.

A solução para estas questões, aparentemente simples, impõe um complexo processo metodológico que passa pela aquisição da informação - realização de entrevistas, observação etnográfica e criação de grupos de discussão e pelo desenvolvimento de modelos baseados em personas, como objetivo fundamental de compreender e estudar os utilizadores, o seu contexto, avaliar e validar AVA - *Contextual Design* (Karen, Holtzblatt and R. Beyer, 1998).

Nos artigos selecionados - Tabela 2, foram diversos os métodos descritos/utilizados pelos autores para tornar os AVA mais acessíveis. O modelo TPACK e as diretrizes de acessibilidade da WCAG 2.0 estiveram na base da maioria das metodologias descritas.

Se na metodologia utilizada as diferenças entre os trabalhos foram relativamente pequenas, já na forma de estudar os utilizadores registámos uma grande diversidade, nem sempre os procedimentos do Contextual Design foram respeitados.

A combinação de um conjunto de boas práticas estão plasmadas nos projetos ESVI-AL e EU4ALL (Hector R. Amado-Salvatierra et al., 2012) (H R Amado-Salvatierra et al., 2014) (H R Amado-Salvatierra & Rizzardini, 2014), que desenvolveram um quadro geral aberto, baseado em padrões, para apoiar os serviços personalizados de ensino/aprendizagem no contexto do ensino superior e na aprendizagem ao longo da vida.

No que concerne às práticas pedagógicas, o UDL (McAndrew & Cooper, sem data) e UID (Ravanelli & Serina, 2014) the contribution of technology, especially web 2.0, has transformed the concept of distance learning into that of e-learning and online learning. These are based on the use of CSCL (Computer Supported Collaborative Learning e (Elias, 2010) permitem identificar e fundamentar a conformidade das ações na planificação e organização dos AVA com a identificação de metodologias de ensino facilitadoras da inclusão, da participação e do ensino/aprendizagem para todos (National Center On Universal Design For Learning, 2013), embora

A possibilidade de incorporar e parametrizar ferramentas de acessibilidade (*Widgets*), desenvolvidas de acordo com as linhas orientadoras da “Metodologia Ágil” (Pearson et al., 2011), permite o desenvolvimento de *Widgets* totalmente inovadoras e a sua integração nos AVA.

Outro aspeto a salientar é a necessidade da utilização de periféricos alternativos ou adaptados, proporcionando um controlo simplificado e ajustável a cada aluno com necessidades específicas para acesso aos recursos oferecidos nos AVA (L. Anido-Rifon et al., 2013).

O uso dos códigos QR poderá quebrar um conjunto de barreiras físicas e cognitivas associadas ao ensino/aprendizagem em AVA, oferecendo uma nova oportunidade a todos os alunos. Este recurso pedagógico enquadra-se nos princípios do *Mobile Learning* (ML) e consegue, de uma forma ubíqua, cruzar informações entre diferentes AVA, permitindo um novo e dinâmico modelo de interação Homem-máquina (Kouninef et al., 2015) .

6. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo principal apresentar e sintetizar o conhecimento disponível, envolvendo alguns dos métodos existentes para a criação de AVA mais acessíveis. Desta forma seria possível aperfeiçoar e responder melhor às necessidades educacionais dos utilizadores dos AVA.

Procurou-se dar um pequeno contributo para esta temática com o intuito de tornar o ensino/aprendizagem mais eficaz, eficiente e aprazível, proporcionando novas oportunidades de aprendizagem e reforçando a relação aluno-professor.

Com efeito, e independentemente do conceito de acessibilidade e de AVA, é importante reter que a combinação destes métodos permite uma melhoria na acessibilidade dos ambientes de aprendizagem. Estes processos complexos que implicam interação Homem-máquina exigem a integração de recursos tecnológicos acessíveis com práticas pedagógicas.

Compreender e estudar os utilizadores, o seu contexto (Karen, Holtzblatt and R. Beyer, 1998) e simplificar a complexidade da informação, tornando-a perceptível a todos os alunos (Wurman, 2001) (Rosenfeld, Morville, & Arango, 2006), são objetivos fundamentais dos trabalhos de investigação e criação destes novos ambientes de aprendizagem.

Existem alguns métodos para a construção de AVA acessíveis que não foram identificados em nenhum dos artigos consultados. Este facto deve-se à circunstância de a pesquisa ter sido efetuada com uma conjugação de palavras-chaves e operadores que tinha como objetivo centrar a questão na acessibilidade e nos AVA.

Outro dos aspetos não abordados em muitos dos artigos e de grande relevância para avaliar o nível de acessibilidade dos AVA constitui a definição de critérios de avaliação, a metodologia dos testes e as ferramentas utilizadas para tal.

Referências bibliográficas

- Amado-Salvatierra, H. R., Hernández, R., & Hilera, J. R. (2012). Implementation of Accessibility Standards in the Process of Course Design in Virtual Learning Environments. *Procedia Computer Science*, 14, 363–370. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.042>
- Amado-Salvatierra, H. R., Hernández, R., & Hilera, J. R. (2014). Teaching and promoting web accessibility in virtual learning environments: A staff training experience in Latin-America. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. Madrid, Spain: IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044392>
- Amado-Salvatierra, H. R., & Rizzardini, R. H. (2014). Towards a methodology to inclusive curriculum design: An experience presented within an accessible virtual learning environment. In 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings. Madrid, Spain: IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044468>

- Anido-Rifon, L., Fernandez-Iglesias, M., Rivas-Costa, C., Valladares-Rodriguez, S., & Gomez-Carballa, M. (2013). Providing a holistic educational environment for the whole family. 2013 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6685029>
- Center, T. R. & D. (2013). About the Trace Center - Trace Center. Obtido 17 de Abril de 2016, de <http://trace.wisc.edu/about/>
- Dillenbourg, P., Schneider, D., & Synteta, P. (2002). Virtual Learning Environments. In Proceedings of 3rd Hellenic Conference" Information & Communication Technologies in Education" (p. 3-18). Rhodes, Greece.
- Elias, T. (2010). Universal Instructional Design Principles for Moodle. International Review of Research in Open and Distance Learning, 11(2), 110–124. Obtido de <http://widgets.ebscohost.com/prod/customerspecific/ns000290/authentication/index.php?url=http%3A%2F%2Fsearch.ebscohost.com%2Flogin.aspx%3Fdirect%3Dtrue%26AuthType%3Dip%2Ccookie%2Cshib%2Cuid%26db%3Deric%26AN%3DEJ895752%26lang%3Dpt-br%26site%3Deds-live%26sc>
- Gohn, M. da G. (2006). Educação não-formal, participação da sociedade civil e estruturas colegiadas nas escolas. Revista Ensaio-Avaliação e Políticas Públicas em Educação, 14(50), 11–25.
- Holtzblat, K., & Beyer, H.R. (1998). Contextual Design. Obtido 10 de Setembro de 2017, de <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/contextual-design>
- Keller, C. (2005). Virtual learning environments: three implementation perspectives. Learning, Media and Technology, 30(3), 299–311. <https://doi.org/10.1080/17439880500250527>
- Kouninef, B., Merad, G., & Djelti, M. (2015). The Use of QR Codes and Mobile Technology in the Blended Learning Approach. In Proceedings of 2015 Fifth International Conference on e-Learning (econf), e-Learning (econf), 2015 Fifth International Conference on, econf. Manama, Bahrain: IEEE. <https://doi.org/10.1109/ECONF.2015.90>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. Journal of clinical epidemiology, 62(10), e1–34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- McAndrew, P., & Cooper, R. F. M. (2012). Adapting online learning resources for all: planning for professionalism in accessibility. Research in Learning Technology, 20(0), 1–17. Obtido de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&site=eds-live&db=edsdoj&AN=edsdoj.9dafb40cd674fc497da1016671b7ac7>

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*. Vol 108(6), 1017–1054.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Grp, P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement (Reprinted from *Annals of Internal Medicine*). *Physical Therapy*, 89(9), 873–880. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- National Center On Universal Design For Learning. (2013). The Concept of UDL. Obtido 31 de Maio de 2017, de <http://www.udlcenter.org/aboutudl/whatisudl/conceptofudl>
- Pearson, E., Gkatzidou, V., & Green, S. (2011). Widgets to Support the Concept of an Adaptable Personal Learning Environment. In *Proceedings of 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies*. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.178>
- Ravanelli, F., & Serina, I. (2014). Didactic and Pedagogical View of E-learning Activities Free University of Bozen-bolzano. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 1774–1784. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.471>
- Rocha, Á. (2012). Framework for a global quality evaluation of a website. *Online Information Review*, 36(3), 374–382. <https://doi.org/10.1108/14684521211241404>
- Rodrigues, S., Rocha, Á., & Abreu, A. (2017). The use of moodle in higher education evolution of teacher's practices over time. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2017 12th Iberian Conference on* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975702>
- Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2006). *Information Architecture for the World Wide Web*. Boston, MA: O'Reilly Media.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- W3C. (2005). *Introdução à Acessibilidade Web*. Obtido 27 de Abril de 2016, de https://www.netfolio.pt/w3c/WAI_intro_acessibilidade
- Wurman, R. S. (2001). *Information Anxiety 2*. Plymouth, MI: Hayden Books/Que Publishing.

Desenvolvimento e validação de uma prova de avaliação das competências iniciais de programação

Joana Martinho Costa¹, Guilhermina Lobato Miranda¹

joana.martinho.costa@campus.ul.pt, gmiranda@ie.ulisboa.pt

¹ Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1649-013 Lisboa, Portugal

DOI: 10.17013/risti.25.66–81

Resumo: Atualmente verifica-se a insuficiência de instrumentos de avaliação validados que possam mensurar as diferentes etapas de aprendizagem inicial de programação. Por este motivo desenvolvemos uma prova a partir da Taxonomia de Bloom que permite comparar o desempenho dos alunos independentemente da linguagem de programação com que iniciaram a sua aprendizagem. A prova apresenta questões de escolha múltipla para os quatro níveis iniciais e questões de desenvolvimento para os dois últimos níveis. Após a sua construção, foi validada por 12 especialistas e submetida a um grupo-piloto (N=29) para analisar a fiabilidade e dificuldade dos itens. Obtivemos um alfa de 0,837 e correlação positiva entre todos os itens da prova e o total dos itens com nível de significância $p < 0,05$. As diferenças entre a frequência de respostas corretas nos itens são estatisticamente significativas ($Q(12)=76,767$; $n=29$; $p=0,000$). Estes resultados demonstram que a prova é válida, fiável e discriminativa.

Palavras-chave: Programação Inicial; Taxonomia de Bloom; Desempenho; Validação; Fiabilidade

Development and Validation of an Assessment Instrument of the Initial Programming Skills

Abstract: Nowadays there is a noticeable lack of validated evaluation instruments that can measure the different stages of initial programming learning. For this reason, we developed an instrument from Bloom's Taxonomy that allows to compare the students' performance regardless of the programming language with which they started their learning. The instrument presents multiple choice questions for the first four levels and open-ended questions for the last two levels. After its construction, it was validated by 12 specialists and submitted to a pilot-group (N=29) to analyze the items' reliability and difficulty. We obtained an alpha of 0,837 and positive correlation between all the test's items and the total of items with a significance level of $p < 0,05$. The differences between the frequency of correct answers in the items are statistically significant ($Q(12)=76,767$; $n=29$; $p=0,000$). These results demonstrate that the test is valid, reliable and discriminative.

Keywords: Initial Programming; Bloom's Taxonomy; Performance; Validation; Reliability

1. Introdução

A comunidade científica tem desenvolvido diversas propostas que visam ultrapassar as dificuldades inerentes à aprendizagem inicial da programação (e.g. Moons & Backer, 2013; Liu, Cheng & Huang, 2011; Johnsgard & McDonald, 2008; entre outros). No entanto, apesar de existirem estudos que apresentam resultados promissores nesta área (cf. Johnsgard & McDonald, 2008; Sykes, 2007; Wang, Mei, Lin, Chiu, & Lin, 2009; Zhang, Liu, & Pablos, 2014) os instrumentos de recolha de dados utilizados variam significativamente, dificultando a possibilidade de retirar conclusões. Por exemplo, no estudo meta-analítico realizado por Costa e Miranda (2017), foi difícil comparar os resultados das investigações que visaram melhorar as competências de programação dos estudantes que se encontravam numa fase inicial de aprendizagem, não só porque foram usadas diferentes linguagens de programação, mas ainda porque a avaliação feita usou diferentes instrumentos de medida. É o caso dos estudos de Wang, Mei, Lin, Chiu and Lin (2009) e de Sykes (2007), que utilizaram questionários, sendo o primeiro composto por 20 questões de escolha múltipla sobre conceitos de programação e o segundo por uma combinação de questões relacionadas com problemas de programação, umas fazendo apelo a conhecimentos, outras a competências e outras a resolução de problemas. Outras investigações usaram os resultados de provas académicas como medida de avaliação da aprendizagem inicial da programação (cf. Cooper, Dann, & Paush, 2003; Moskal, Lurie, & Cooper, 2004; Johnsgard, & McDonald, 2008; entre outros). Costa e Miranda (2017) referem que estas diferenças são um constrangimento à análise de resultados e que a existência de instrumentos validados para avaliar a aprendizagem da programação seria uma solução para melhorar a comparação entre diferentes estudos.

Füller et al. (2007) e Lister (2003) desenvolveram procedimentos genéricos a partir da Taxonomia de Bloom para o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e de cursos que tenham como objetivo a aprendizagem da programação. No entanto, mantém-se a limitação da inexistência de um instrumento genérico validado que possa ser aplicado aos alunos na fase inicial desta aprendizagem.

Para colmatar a ausência deste tipo de instrumentos, propomos a criação de uma prova de programação em *pseudocódigo*. Esta prova deverá abranger os conceitos iniciais de programação e permitir compreender em que medida os estudantes aprendem a programar independentemente da linguagem de programação com que iniciaram a sua aprendizagem.

2. Metodologia de Desenvolvimento da Prova

Construímos a prova a partir das orientações de Tuckman (2012) para o desenvolvimento de testes de desempenho, nomeadamente: a) Desenvolvimento do plano geral do conteúdo; b) Desenvolvimento dos itens da prova; c) Demonstração da validade através da validação do conteúdo e da fiabilidade, os dois indicadores que demonstram a validade de provas de medição ou de avaliação de conhecimentos (Tuckman, 2012); e d) Análise dos itens da prova previamente validados.

2.1. Plano Geral do Conteúdo

Esta prova incide sobre os conceitos estruturantes de programação incluídos no currículo de disciplinas da área da Informática do ensino secundário em cursos científico-

humanísticos e profissionalizantes, nomeadamente o desenvolvimento de algoritmos, variáveis, tipos de dados, operadores e estruturas de controlo (e.g. Pinto, Dias & João, 2009; Direção-Geral de Formação Vocacional, 2005). Para compreender até que ponto o aluno aprende estes conceitos considerámos pertinente a aplicação de um esquema de classificação que permitisse desenvolver esta análise.

Analisámos a Taxonomia de Bloom, uma taxonomia de objetivos educacionais que tem como principal característica a categorização de questões de acordo com o nível de complexidade de domínio cognitivo necessário para a sua resolução (Bloom, Engelhart, Furst, Hill & Krathwohl, 1976). Posteriormente foi apresentada uma proposta com a Taxonomia de Bloom revista (Krathwohl, 2002). Nesta versão as alterações consistem essencialmente na organização do conhecimento em matriz ao invés de uma apresentação unidimensional para permitir a distinção entre o tipo de conhecimento e o processo cognitivo e na substituição dos nomes de cada categoria por verbos que se aproximam dos nomes dos objetivos de aprendizagem. Também Füller et al. (2007) desenvolveram uma taxonomia em matriz que separa as capacidades de produzir e de interpretar código.

A construção da prova poderia ser suportada a partir de qualquer uma destas taxonomias mas considerando que este estudo incide sobre uma fase tão inicial da aprendizagem, a quantidade restrita de conteúdos programáticos não será suficiente para beneficiar da complexidade destas taxonomias. No entanto, consideramos que serão uma solução eficaz para a análise das competências de programação numa fase mais avançada. Como a nossa proposta abrange apenas os conceitos iniciais, entendemos que a utilização da Taxonomia de Bloom original seria a mais adequada.

2.1.1. Taxonomia de Bloom original

A taxonomia de Bloom completa é representada em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor (Bloom et al., 1976). O domínio cognitivo está relacionado com a memória e o desenvolvimento de capacidades intelectuais; o domínio afetivo centra-se em objetivos relacionados com interesses, atitudes e valores; e o domínio psicomotor centra-se em habilidades motoras e de manipulação. Considerando os objetivos desta prova antes descritos entendemos que a sua construção deveria ser sustentada no domínio cognitivo. Bloom et al. (1976) consideram que o domínio psicomotor tem pouca aplicação no ensino secundário e universitário. O domínio afetivo, apesar de ser objeto de interesse no campo da aprendizagem da programação, não faz parte dos objetivos do desenvolvimento desta prova, pelo que também foi excluído.

O domínio cognitivo da taxonomia é dividido em seis níveis: Conhecimento, Compreensão, Aplicação, Análise, Síntese e Avaliação. A Tabela 1 sintetiza os objetivos de todos os níveis da Taxonomia de Bloom (Bloom et al., 1976; Pinto, 2001). O primeiro nível, o Conhecimento, é apresentado como o mais simples e concreto enquanto que o último, o nível referente à Avaliação, é considerado o mais complexo e abstrato (Krathwohl, 2002; Lister, 2003). Bloom et al. (1976) referem que é esperado mais sucesso nos primeiros níveis da taxonomia e um decréscimo ao longo da hierarquia. Os autores apresentaram ainda um estudo em que verificaram que é mais frequente os indivíduos com baixos resultados escolares atingirem também baixos resultados nos níveis mais elevados da taxonomia e altos resultados nos níveis inferiores do que a situação inversa.

Nível da Taxonomia de Bloom	Objetivos
<i>Conhecimento</i>	Relembrar fórmulas, processos ou informação específica da atividade que aprendeu
<i>Compreensão</i>	Explicar determinada informação sem associar relações com outros conteúdos
<i>Aplicação</i>	Aplicar fórmulas, processos ou informação simples numa nova situação
<i>Análise</i>	Categorizar e distinguir informação
<i>Síntese</i>	Projetar uma solução a partir da decomposição de um problema
<i>Avaliação</i>	Analisar uma solução, otimizá-la e identificar e corrigir eventuais erros

Tabela 1 – Objetivos da Taxonomia de Bloom

Bloom et al. (1976) referem ainda que é importante ter em conta as experiências anteriores dos participantes, porque um problema simples poderá exigir que o aluno apresente um raciocínio complexo ou, caso já tenha experienciado problemas semelhantes em situações de aprendizagem anteriores, poderá apenas requerer que o aluno recorde ou aplique uma solução que já conhece.

2.2. Itens da Prova

Na fase de estruturação dos itens da prova definimos o formato de questões para cada nível da Taxonomia de Bloom. De acordo com Gronlund (1988, citado por Pinto, 2001), os quatro níveis iniciais poderão ser avaliados com Perguntas de Escolha Múltipla (PEM) e os dois últimos com Perguntas de Desenvolvimento (PD), já que requerem que o aluno demonstre um conhecimento mais profundo e não limitam a sua resposta. Pinto (2001) considera ainda que os dois primeiros níveis apresentam maior facilidade na aplicação de PEM.

Em seguida, ponderámos o número de questões que deveria constar na prova. Considerando que estamos a construir uma prova para ser aplicada em 90 minutos, a nossa proposta é constituída por oito a 12 PEM e duas PD. Optámos por este intervalo de PEM para que cada nível da Taxonomia tivesse duas a três questões e cada questão demorasse aproximadamente dois minutos a ser respondida já que, sendo uma prova para avaliar as competências iniciais de programação, entendemos que o aluno precise de tempo suficiente para a leitura e compreensão dos enunciados. Nas PD o tempo estimado foi consideravelmente maior para que o aluno tenha tempo suficiente para planear e desenvolver a sua resposta (Tuckman, 2012). Estimámos que o aluno utilize cerca de 20 minutos para responder a cada questão. A nossa proposta está de acordo com os valores apresentados por Pinto (2001), onde refere que deverão ser utilizadas 40 a 50 PEM para uma prova de 60 a 90 minutos e cinco a sete PD para uma prova de 120 minutos.

Após definirmos o formato e o número de questões que deveriam constar na prova, construímos um número superior ao proposto para que após o processo de validação e de fiabilidade pudéssemos optar pelos itens mais rigorosos. No total foram construídos 26 itens para serem submetidos ao processo de validação (Tabela 2).

Nível da Taxonomia de Bloom	Tipo de itens	Número de itens
<i>Conhecimento</i>	PEM	6
<i>Compreensão</i>	PEM	8
<i>Aplicação</i>	PEM	5
<i>Análise</i>	PEM	3
<i>Síntese</i>	PD	2
<i>Avaliação</i>	PD	2

Tabela 2 – Estrutura da prova submetida ao processo de validação

2.3. Análise Estatística

Para determinar a validade de conteúdo, calculámos o CVR (Content Validity Ratio) para cada item, utilizando a fórmula proposta por Lawshe (1975). O cálculo foi efetuado a partir da análise dos itens por um painel de especialistas constituído por uma amostra não-probabilista e de conveniência (Almeida e Freire, 2016) definida com base nos seguintes critérios: os participantes teriam de ser professores de informática ou especialistas em informática, com prática de ensino de programação e com prática de programação, disponíveis para responder e participar na validação da prova. A solicitação à participação foi efetivada recorrendo ao contacto direto por correio eletrónico e a grupos de professores de informática em redes sociais. Após a recolha de participantes, o painel ficou composto por 12 especialistas: sete professores da área do ensino da Informática e cinco programadores de *software*.

Para cada item da prova, cada especialista teria de indicar se considerava o item adequado ou não adequado para o nível de ensino e conteúdo curricular apresentado. De acordo com Lawshe (1975) para um item ser considerado válido num painel constituído por 12 especialistas, o CVR associado deverá atingir pelo menos o valor de 0,56.

Em seguida analisámos a fiabilidade dos itens validados pelo painel de especialistas. Para efetuarmos esta análise, aplicámos a prova a um grupo-piloto composto por 29 alunos de cursos profissionais que iniciaram a aprendizagem da programação no ano letivo de 2016/2017.

Posteriormente, codificámos as respostas dos itens de escolha múltipla com o valor 0 caso a resposta estivesse incorreta e com o valor 1 caso estivesse correta. No caso dos itens de desenvolvimento utilizámos o mesmo procedimento. Contudo, a resposta só era considerada correta conferindo uma lista de verificação dos passos do algoritmo desenvolvida para cada um dos itens.

As respostas codificadas dos alunos foram correlacionadas com a pontuação total e selecionámos os itens que obtiveram uma correlação ao nível de significância de 5%. Para o cálculo da correlação utilizámos o coeficiente de correlação de Spearman por se tratar da análise de itens dicotómicos com a pontuação total (Marôco, 2014; Eisinga, Grotenhuis & Pelzer, 2013).

Após selecionarmos os itens válidos e fiáveis, procedemos à análise da dificuldade de cada item, verificando as diferenças significativas entre a frequência de respostas corretas.

Efetuámos esta análise a partir do teste Q de Cochran com comparações múltiplas (Marôco, 2014), utilizando o software SPSS Statistics (v. 24). Posteriormente, comparámos estes resultados com o nível hierárquico da Taxonomia de Bloom correspondente a cada item.

3. Resultados

3.1. Validação do Conteúdo

O resultado do CVR de cada item é apresentado na Tabela 3.

Nível da Taxonomia de Bloom	Item	CVR	Item Válido
<i>Conhecimento</i>	1	0,67	Sim
	2	0,67	Sim
	3	1	Sim
	4	1	Sim
	5	1	Sim
	6	1	Sim
<i>Compreensão</i>	7	0,5	Não
	8	1	Sim
	9	0,67	Sim
	10	0,33	Não
	11	0,83	Sim
	12	0,33	Não
	13	0,67	Sim
	14	0,5	Não
<i>Aplicação</i>	15	0,67	Sim
	16	0,67	Sim
	17	1	Sim
	18	1	Sim
	19	0,33	Não
<i>Análise</i>	20	1	Sim
	21	1	Sim
	22	0,83	Sim
<i>Síntese</i>	23	1	Sim
	24	1	Sim
<i>Avaliação</i>	25	1	Sim
	26	1	Sim

Tabela 3 – Validação do conteúdo por painel de especialistas

No total foram validados 21 itens, distribuídos por todos os níveis da Taxonomia de Bloom: seis do nível Conhecimento; quatro dos níveis Compreensão e Aplicação; três do nível Análise; e dois dos níveis Síntese e Avaliação. Seguidamente os itens validados pelos especialistas foram submetidos ao processo de fiabilidade descrito na secção seguinte.

3.2. Fiabilidade

Na Tabela 4 apresentamos o resultado do cálculo do Coeficiente de Correlação de Spearman entre a pontuação de cada item validado e a pontuação total.

Nível da Taxonomia de Bloom	Item	R_s
<i>Conhecimento</i>	1	0.196
	2	0.493*
	3	0.211
	4	0.636*
	5	0.496*
	6	0.271
<i>Compreensão</i>	8	0.011
	9	0.657*
	11	-0.162
	13	0.685*
<i>Aplicação</i>	15	0.197
	16	0.403*
	17	0.542*
	18	0.580*
<i>Análise</i>	20	0.344
	21	0.576*
	22	0.509*
<i>Síntese</i>	23	---
	24	0.732*
<i>Avaliação</i>	25	0.462*
	26	0.546*

Tabela 4 – Coeficiente de Correlação de Spearman

Após o cálculo da correlação entre cada item e o total, seleccionámos os que atingiram um nível de significância de pelo menos 0,05. Os itens seleccionados que correspondem

a este nível de significância estão assinalados com asterisco. O item Q10 foi excluído porque não teve nenhuma resposta correta logo não foi possível calcular a correlação com a pontuação total. Optámos por seleccionar apenas os itens com uma correlação significativa porque existem itens com esta característica em todos os níveis da Taxonomia. No total foram seleccionados 13 itens: três do nível Conhecimento; dois do nível Compreensão; três do nível Aplicação; dois do nível Análise; um do nível Síntese; e dois do nível Avaliação.

Em seguida, calculámos o índice de fiabilidade através do modelo alfa de Cronbach para os itens seleccionados. A prova atingiu um alfa de 0,837 o que, segundo Peterson (1994), é considerado um bom valor de fiabilidade.

3.3. Análise do Grau de Dificuldade dos Itens

Para analisar as diferenças entre a frequência de respostas corretas em cada item validado, considerámos como hipótese nula todos os itens terem o mesmo grau de dificuldade.

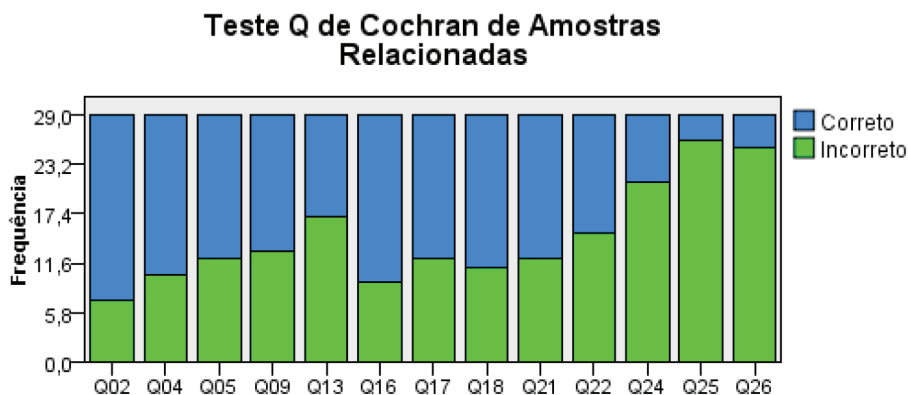


Figura 1 – Frequência de respostas corretas por item

A Figura 1 apresenta a frequência de respostas corretas em cada um dos itens. As diferenças entre as proporções são estatisticamente significativas: $Q(12) = 76,767$; $n=29$; $p=0,000$ o que indica que os itens não têm todos o mesmo grau de dificuldade. Podemos observar uma tendência para a diminuição de respostas corretas a partir do nível Aplicação.

A análise de comparações múltiplas permitiu observar diferenças significativas entre as proporções de respostas corretas entre as primeiras questões da prova e as últimas. Na Tabela 5 apresentamos os resultados que obtiveram o p-value menor que 0,001, ou seja, as comparações duas-a-duas entre os itens cuja diferença entre a proporção de respostas correta é maior (método *Pairwise*).

Amostra 1 – Amostra 2	Teste T	Erro-padrão	Teste Z	p-value	p-value ajustado
Q25-Q02	0,655	0,116	5,670	0,000	0,000
Q26-Q02	0,621	0,116	5,371	0,000	0,000
Q25-Q16	0,586	0,116	5,073	0,000	0,000
Q25-Q04	0,552	0,116	4,774	0,000	0,000
Q26-Q16	0,552	0,116	4,774	0,000	0,000
Q25-Q18	0,517	0,116	4,476	0,000	0,001
Q26-Q04	0,517	0,116	4,476	0,000	0,001
Q25-Q21	0,483	0,116	4,178	0,000	0,002
Q25-Q05	0,483	0,116	4,178	0,000	0,002
Q25-Q17	0,483	0,116	4,178	0,000	0,002
Q26-Q18	0,483	0,116	4,178	0,000	0,002
Q24-Q02	0,483	0,116	4,178	0,000	0,002
Q25-Q09	0,448	0,116	3,879	0,000	0,008
Q26-Q05	0,448	0,116	3,879	0,000	0,008
Q26-Q17	0,448	0,116	3,879	0,000	0,008
Q26-Q21	0,448	0,116	3,879	0,000	0,008
Q26-Q09	0,414	0,116	3,581	0,000	0,027
Q24-Q16	0,414	0,116	3,581	0,000	0,027

Tabela 5 – Comparação pelo método *Pairwise*

As comparações com as diferenças estatisticamente mais significativas ocorreram entre os itens Q25 e Q02, Q26 e Q02, Q25 e Q16, Q25 e Q04 e Q26 e Q16 ($p\text{-value} < 0,001$ e $p\text{-value}_{aj} < 0,001$) o que indica que os itens Q02 (nível Conhecimento), Q04 (nível Conhecimento) e Q16 (nível Aplicação) correspondem às questões com menor grau de dificuldade e as questões Q25 (nível Avaliação) e Q26 (nível Avaliação) correspondem às questões com maior grau de dificuldade.

Analisando estes resultados em conjunto com a frequência de respostas apresentada na Figura 1, podemos afirmar que, tal como era esperado, os primeiros níveis da Taxonomia de Bloom têm, no geral, uma maior proporção de respostas corretas do que os últimos níveis. Este resultado permite-nos concluir que a prova tem itens pouco discriminativos pertencentes aos primeiros níveis da taxonomia mas de elevada importância pelo seu carácter motivacional e itens mais discriminativos nos últimos níveis que aferem conhecimento de programação mais profundo.

4. Conclusões

Neste artigo apresentámos o processo de criação e validação de uma prova de programação, desenvolvida para contribuir para a uniformização dos instrumentos de recolha de dados na aprendizagem inicial da programação. No processo de elaboração

seguimos as orientações de Tuckman (2012) para o desenvolvimento de testes de desempenho e considerámos os tipos de dados pretendidos para análise, a flexibilidade de resposta, o tempo de preenchimento para cada questão e o grau de dificuldade.

Na estrutura da prova utilizámos questões de escolha múltipla que permitem reduzir a subjetividade da correção e questões de desenvolvimento que fornecem mais detalhes sobre o raciocínio do aluno. Após excluirmos os itens menos rigorosos consideramos que o número total (10 PEM e três PD) é adequado para 90 minutos. Os resultados obtidos na validação do conteúdo e fiabilidade da prova demonstram que a prova é constituída por itens válidos.

Consideramos que a utilização de uma taxonomia constituiu uma mais-valia no desenvolvimento da prova porque permitiu apoiar a construção e análise das questões de acordo com o grau de dificuldade pretendido. Os resultados da análise do grau de dificuldade revelaram que a prova tem itens mais discriminativos correspondentes aos últimos níveis da Taxonomia de Bloom e menos discriminativos mas mais motivantes nos primeiros níveis da taxonomia. Estes resultados correspondem às expectativas de Bloom et al. (1976) quando referem que é esperado mais sucesso nos primeiros níveis da taxonomia.

No Anexo A disponibilizamos a prova na versão final. No entanto, entendemos que deverá ser validada com novas amostras porque a fiabilidade foi analisada a partir de um grupo composto por apenas 29 alunos da mesma escola. Seria interessante verificar as diferenças estatísticas entre as respostas da prova utilizando grupos de diferentes cursos profissionais e com diferentes características.

Como trabalho posterior iremos desenvolver um estudo que utilizará esta prova para aferir os conhecimentos iniciais de programação adquiridos pelos alunos através de diferentes linguagens de programação. Este estudo será implementado no ano letivo 2017/2018 e permitirá verificar as diferenças entre grupos relativamente à aprendizagem com um ambiente de software ou com uma linguagem de programação tradicional. A utilização de um grupo-piloto que iniciou a aprendizagem em 2016/2017 para verificar a fiabilidade da prova permite antever com alguma confiança que os resultados serão fiáveis na instrumentação utilizada uma vez que o grupo-piloto tem características próximas dos grupos que participarão no trabalho experimental (Tuckman, 2012). Esperamos ainda que esta prova possa vir a ser utilizada em estudos desenvolvidos por outros investigadores, pois a credibilidade da investigação reside também no uso de instrumentos válidos e fiáveis (cf. Almeida e Freire, 2016; Runa e Miranda, 2015; Tuckman, 2012; entre outros).

Referências

- Almeida, L., & Freire, T. (2016). *Metodologia de investigação em psicologia e educação* (5.^a Ed.. Revista). Braga: Psiquilíbrios.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1976). *Taxionomia de objetivos educacionais: domínio cognitivo*. Porto Alegre: Editora Globo.

- Cooper, S. Dann, W., & Paush, R. (2003). Teaching objects first in introductory computer science. In *Proceeding of the 34th Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 191-195). New York: ACM.
- Costa, J. M., & Miranda, G. L. (2017). Relation between Alice software and programming learning: A systematic review of the literature with meta-analysis. *British Journal of Education Technology*, 48(6), 1464–1474. doi: 10.1111/bjet.12496
- Direção-Geral de Formação Vocacional (2005). Programa componente de formação técnica da disciplina de Linguagens de Programação.
- Eisinga, R., Grotenhuis, M., & Pelzer, B. (2013). The reliability of a two-item scale: Pearson, Cronbach, or Spearman-Brown?. *International Journal of Public Health*, 58(4), pp. 637–642. doi: 10.1007/s00038-012-0416-3
- Fuller, U., Johnson, C. G., Ahoniemi, T., Cukierman, D., Hernán, Losada, I., & Jackova, J., et al. (2007). Developing a computer science specific learning taxonomy. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 152-170). United Kingdom: Association for Computing Machinery.
- Johnsgard, K., & McDonald, J. (2008). Using Alice in Overview Courses to Improve Success Rates in Programming I. In *Proceedings of the 21st Conference on Software Engineering Education and Training* (pp. 129-136). Charleston, S.C.: IEEE. doi: 10.1109/CSEET.2008.35
- Krathwohl, D. R. (2002). A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212–218.
- Lawshe, C. H. (1975). A Quantitative Approach to Content Validity. *Personnel Psychology*, 28 (4), 563–575.
- Lister, R. (2003). First year programming: let all the flowers bloom. In *Proceedings of the Fifth Australian Conference on Computing Education* (pp. 221-230). Australia: Association for Computing Machinery.
- Liu, C., Cheng, Y., & Huang, C. (2011). The effect of simulation games on the learning of computational problem solving. *Computers & Education*, 57, 1907–1918.
- Marôco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (6^a ed.). Pêro Pinheiro: Report Number.
- Moons, J., & Backer, C. (2013). The design and pilot evaluation of an interactive learning environment for introductory programming influenced by cognitive load theory and constructivism. *Computers & Education*, 60, 368–384.
- Moskal, B., Lurie, D., & Cooper, S. (2004). Evaluating the effectiveness of a new instructional approach. In *Proceedings of the 35th Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 75-79). New York: ACM.
- Peterson, R.A. (1994). A meta-analysis of Cronbach's coefficient alpha. *Journal of Consumer Research*, 21(2), 381–391.

- Pinto, A. C. (2001). Factores relevantes na avaliação escolar por perguntas de escolha múltipla. *Psicologia, Educação e Cultura*, 5 (1), 23–44.
- Pinto, M., Dias, P., & João, S. (2009). Programa de Aplicações Informáticas B. Lisboa: Direção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Runa, A., & Miranda, G. L. (2015). Validação Portuguesa das Escalas de Bem-estar e Mal-estar Emocional. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (16), 129–144. DOI: 10.17013/risti.16.129-144
- Sykes, E. R. (2007). Determining the effectiveness of the 3D Alice programming environment at the computer science I level. *Journal of Educational Computing Research*, 36(2), 223–244.
- Tuckman, B. (2012). *Manual de Investigação em Educação* (4ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Wang, T., Mei, W., Lin, S., Chiu, S., & Lin, J. (2009). Teaching programming concepts to high school students with Alice. In *Proceedings of the 39th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1-6). St Antonio, TX: IEEE.
- Zhang, J., Liu, L., & Pablos, P. (2014). The auxiliary role of information technology in teaching enhancing programming course using Alice. *International Journal of Engineering Education*, 30(3), 1–6.

Anexo A

Prova De Avaliação Das Competências Iniciais De Programação

Esta prova está inserida no âmbito de um estudo sobre a aprendizagem inicial da programação. A sua aplicação pretende aferir o conhecimento de conceitos estruturantes de programação, nomeadamente o desenvolvimento de algoritmos, variáveis, tipos de dados, operadores e estruturas de controlo.

A prova está dividida em dois grupos. O primeiro grupo é constituído por perguntas de escolha múltipla com quatro opções de resposta. Cada questão tem uma única resposta correta que deverá assinalar colocando uma cruz na opção que considera correta. O segundo grupo é constituído por perguntas de desenvolvimento. Deverá desenvolver a sua resposta no espaço disponibilizado abaixo de cada questão.

Grupo I

Perguntas de Escolha Múltipla

1. Caso pretenda criar um valor que não irá ser alterado ao longo do meu algoritmo, devo inicializar:
 - ☐ Uma constante
 - ☐ Uma variável
 - ☐ Uma estrutura de repetição
 - ☐ Uma estrutura de decisão
2. Em programação, a condição *Se.../Senão...* é uma estrutura de:
 - ☐ Constantes
 - ☐ Variáveis
 - ☐ Repetição
 - ☐ Decisão
3. Em programação, a condição *Enquanto...* é uma estrutura de:
 - ☐ Constantes
 - ☐ Variáveis
 - ☐ Repetição
 - ☐ Decisão
4. Considere o seguinte algoritmo:

1.	<i>Algoritmo Contas</i>
2.	<i>Var n1, n2: inteiro</i>
3.	<i>Início</i>
4.	<i>Ler n1, n2</i>
5.	<i>Escrever n1 + n2</i>
6.	<i>Fim</i>

4.1. A variável n1 é declarada na linha:

- ☐ 2
- ☐ 3

- ☐ 4
- ☐ 5

4.2. É atribuído um valor à variável $n1$ na linha:

- ☐ 2
- ☐ 3
- ☐ 4
- ☐ 5

5. Considere o seguinte algoritmo:

1.	<i>Algoritmo Contas</i>
2.	<i>Var $n1, n2$: real</i>
3.	<i>Início</i>
4.	<i>Ler $n1$</i>
5.	<i>Se $n1 > 0$</i>
6.	<i>$n1 \leftarrow n1 / 2$</i>
7.	<i>Senão</i>
8.	<i>Escrever "Número inválido"</i>
9.	<i>Fim</i>

5.1. Caso pretenda guardar o resultado do cálculo $n1 / 2$ na variável $n1$ apenas caso $n1$ seja maior que 3, devo modificar a instrução da linha:

- ☐ 5 para a instrução *Se $n1 > 2$*
- ☐ 5 para a instrução *Se $n1 > 3$*
- ☐ 4 para a instrução *$n1 \leftarrow n1 / 2$*
- ☐ 4 para a instrução *$n1 \leftarrow 3$*

5.2. Caso a variável $n1$ recebida na linha 4 seja o valor 3, o *output* do programa será:

- ☐ Número inválido
- ☐ 0
- ☐ 1.5
- ☐ O programa não escreve nenhum resultado

5.3. Caso a variável $n1$ recebida na linha 4 seja o valor 0, o *output* do programa será:

- ☐ Número inválido
- ☐ 0
- ☐ 1.5
- ☐ O programa não escreve nenhum resultado

6. Considere o seguinte algoritmo:

1.	<i>Algoritmo ContasMais</i>
2.	<i>Var n1, n2, n3: inteiro</i>
3.	<i>Início</i>
4.	<i>Escrever “Insira um número real”</i>
5.	<i>Ler n1</i>
6.	<i>Escrever “Insira um número real menor que o anterior”</i>
7.	<i>Ler n2</i>
8.	<i>Escrever “Insira um número real menor que o primeiro”</i>
9.	<i>Ler n3</i>
10.	<i>Se $n1 > n2$ e $n1 > n3$</i>
11.	<i>Escrever $n1 + n2 + n3$</i>
12.	<i>Senão</i>
13.	<i>Escrever o</i>
14.	<i>Fim</i>

6.1. Indique a linha de código onde é utilizado um tipo de operador aritmético:

- ☐ Linha 2
- ☐ Linha 5
- ☐ Linha 10
- ☐ Linha 11

6.2. O operador utilizado na linha 11 é do tipo:

- ☐ Relacional
- ☐ Lógico
- ☐ Aritmético
- ☐ Variável

Grupo II

Perguntas de Desenvolvimento

1. Crie um programa que peça ao utilizador o comprimento do lado de um quadrado e que devolva o resultado do cálculo da área.

2. Crie um programa com o nome *Calculadora* que devolva o resultado da soma, multiplicação, divisão ou subtração de dois números decimais recebidos pelo utilizador. No final deverá escrever o resultado da operação escolhida pelo utilizador.

Exemplo 1
Input: 3+6
Output: 9

Exemplo 2
*Input: 4*2.5*
Output: 10

3. Considere o seguinte programa:

```

1.  programa Subtrair
2.    Var n1, resultado: inteiro
3.    Var n2: decimal
4.    Constante n3: 9
    Início
      Ler n1
      Ler n2
      resultado ← n1 - n2 - n3
      Escrever resultado
    Fim

```

- 3.1. O tipo da variável *resultado* está incorreto. Justifique esta afirmação.

Modelo de Simulación para evaluar las decisiones estratégicas de un comité local de AIESEC basados en el Balanced Scorecard

Leydi Yamile González Castillo¹, Diana Paola Hernández Rodríguez², José Ignacio Palacios Osma³

yamile637@hotmail.com, piohero2@gmail.com, jpalacios@udistrital.edu.co

¹ Grupo de Investigación en Comercio Electrónico en Colombia – GICOECOL, Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

² Grupo de Investigación en Comercio Electrónico en Colombia – GICOECOL, Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia

³ Universidad Francisco José de Caldas – Facultad de Ingeniería, Bogotá, Colombia

DOI: 10.17013/risti.25.82-97

Resumen: Se desarrolla una propuesta que pretende ayudar a las juntas ejecutivas de cualquier comité local de AIESEC para poder evaluar sus planes anuales, así como las decisiones estratégicas más importantes en el desarrollo de su gestión. Para ello se integran dos herramientas a nivel organizacional que son el Balanced Scorecard (BSC) y la dinámica de sistemas. El BSC como herramienta que permite a cada integrante de la organización tener claro los objetivos y las actividades que permitirán el cumplimiento de una planeación propuesta y la dinámica de sistemas como herramienta que permitirá que el BSC pueda ser analizado de una forma flexible. Se emplea la metodología de la dinámica de sistemas de manera que las decisiones pueden ser simuladas y analizadas bajo una perspectiva más cercana a la realidad, obteniendo un modelo de simulación aceptado como una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas para un comité local de AIESEC.

Palabras-clave: Balanced Scorecard; dinámica de sistemas; toma de decisiones; simulación; diagramas causa-efecto.

Model of simulation to Evaluate Strategic Decisions in an AIESEC local committee based on the balanced scorecard

Abstract: A proposal is developed that will help the executive boards of any AIESEC local committee to evaluate their annual plans as well of the most important strategic decisions in the development of their management. For that are integrate two tools in organizational level such as Balanced Scorecard (BSC) and the dynamics of systems. The BSC as the tool that allows each member of the organization to clearly understand the objectives and activities that allow the fulfillment of a proposed planning and the dynamics of systems as the tool that may the BSC can be analyzed in a flexible way. It is use dynamics system's methodology

in a way that decisions can be simulated and analyzed under a perspective closer to reality, obtaining an accepted simulation model as a useful tool for strategic decision making for a local AIESEC committee.

Keywords: Balanced Scorecard; dynamics of systems; decision making; simulation; diagram cause-effect.

1. Introducción

Una organización es un concepto que hace referencia a un conjunto de recursos que forman una estructura sistemática de relaciones de interacción, con el fin de lograr un objetivo distintivo que es su misión; para esto dentro de sus estructuras hay personas encargadas de definir y desarrollar la visión, la misión y la estrategia, lo cual debe ser compartido en todos los niveles para que puedan ser entendidas y apropiadas de la mejor manera, pues con base en los resultados obtenidos es que los directivos tomarán las decisiones estratégicas necesarias para dirigir las acciones al cumplimiento tanto de la visión como de la misión y estrategia definidas.

Dentro de las múltiples herramientas que ayudan en la toma de decisiones dentro de una organización se encuentra el Balanced Scorecard, que permite traducir la estrategia de la organización en objetivos concretos que pueden ser medidos, los cuales pueden ser tanto financieros como no financieros; sin embargo las relaciones que presenta esta herramienta por ser en una sola vía dificultan la toma de decisiones al no poder percibir a su debido tiempo la manera en la que influyen las variables en un proceso de realimentación.

Por lo anterior, se ve la necesidad de emplear una metodología que admita la construcción de modelos de simulación de sistemas complejos que permita evaluar las estrategias y cursos de acción previo a su implementación, pues al tomar decisiones basados en modelos rígidos en donde se realiza la medición y evaluación de las decisiones tomadas hasta después de cierto tiempo de implementación, genera el riesgo de tomar decisiones basados en resultados parciales de decisiones anteriores.

El objetivo del proyecto es construir un modelo de simulación empleando la metodología de dinámica de sistemas, que permita evaluar las decisiones estratégicas que implementará una junta ejecutiva de un comité local de AIESEC al comienzo de su gestión basado en la herramienta del Balanced Scorecard, ya que son las juntas ejecutivas las encargadas de plantear las metas y el plan de trabajo que se llevará a cabo en el comité local durante su año de gestión de acuerdo al propósito de la organización.

2. Contextualización de AIESEC

AIESEC en una organización sin ánimo de lucro creada para romper las barreras culturales que existían después de la segunda guerra mundial, actualmente se encuentra presente en más de 122 países y territorios.

Su visión es “paz y pleno desarrollo del potencial humano”, para trabajar por ella hay seis valores fundamentales que son: la activación de liderazgo, demostrar integridad, vivir la diversidad, disfrutar la participación, buscar la excelencia, y actuar de forma

sostenible, llevándose a cabo esta visión a través de oportunidades de manejo de equipo e intercambios internacionales.

AIESEC Internacional es el organismo que supervisa que los comités miembros están alcanzando su objetivo o visión, en cada país existen un comité miembro (MC – Member Committee) que son las juntas nacionales encargadas de supervisar el desarrollo de AIESEC en su territorio, y en un nivel básico, la forma en que AIESEC realiza experiencias de liderazgo a través de intercambios internacionales es por medio de los comités locales (LC – Local Committee), dentro de estos comités existe la figura de un presidente y unos vicepresidentes denominados Junta Ejecutiva (EB – Executive Board), quienes son los encargados de la toma de decisiones estratégicas dentro del comité local y son electos por los miembros del comité cada año.

2.1. Procesos Internos

Existe un proceso básico que realizan los EP (Exchange Participant) para tener su experiencia de intercambio denominado Customer Flow. El proceso inicia cuando una persona se entera de AIESEC y las oportunidades que ofrece, se interesa y decide registrarse en la plataforma e iniciar la búsqueda de la oportunidad adecuada para realizar su experiencia de intercambio.

Posteriormente, cuando el aplicante es aceptado en una oportunidad se denomina Match (MA), en ese momento el EP al realiza el pago a AIESEC por el acceso a la plataforma y la asesoría brindada, actualiza y gestiona los documentos que requiere para viajar, por último se genera la Realización (RE), proceso en el cual el EP viaja e inicia el proyecto o la práctica.

Sin embargo, al interior de la organización el proceso varía de acuerdo al programa, es decir, si son experiencias de intercambios entrantes (ICX) compuestas por las áreas IGIP (Incoming Global Internship Program) y IGCDP (Incoming Global Community Development Program), o experiencias de intercambios salientes (OGX) compuestas por las áreas OGIP (Outgoing Global Internship Program) y OGCDP (Outgoing Global Community Development Program); por lo que un comité local puede realizar mínimo un programa y máximo los cuatro.

3. Marco Teórico

3.1. Planeación Estratégica

La planeación estratégica no es un tema nuevo, sin embargo, en el Siglo XX se enfocó a las organizaciones debido a la necesidad de planear, que surge de los cambios derivados del proceso de globalización, formando parte del proceso administrativo mediante el cual se establecen directrices, se definen estrategias y se seleccionan alternativas y cursos de acción en función de objetivos y metas generales (H. Mintzberg & B. Quinn, 1995).

Para realizar la planeación estratégica se deben tener en cuenta cuatro elementos:

El primero de ellos el contexto, que hace referencia al ambiente interno y externo en el cual se encuentra la organización y como éste influye en la misma, para ello sirve responder las preguntas ¿Quiénes somos? ¿Qué hacemos y para quienes? y ¿Dónde estamos?,

El segundo elemento es el proceso de formulación estratégica, consiste en la forma como son pensadas, concebidas, comparadas y seleccionadas las estrategias; se compone de tres elementos lógicos, la intención estratégica correspondiente al propósito de la organización, la evaluación estratégica correspondiente a la evaluación total del contexto y la elección de la estrategia correspondiente a decidir qué acción tomar y como tomarla, para esto se responde a la pregunta ¿Dónde queremos ir y que resultados queremos lograr?;

El tercer es el contenido de la estrategia, lo cual consiste en la estrategia en si misma siguiendo con la pregunta ¿Cómo llegaremos?; y por cuarto y último se encuentra el proceso de implementación de la estrategia con la pregunta ¿Cómo mediremos el desempeño logrado? (J. H. M. García, 2010) (M. Armijo & G. Pública, 2009).

3.2. Toma de decisiones

La toma de decisiones es un proceso que se desarrolla en cada nivel de la organización con el fin de cumplir metas u objetivos establecidos, sin embargo no todas las decisiones son iguales ni producen las mismas consecuencias, dentro de los tipos de decisiones más comunes son las que se encuentran relacionadas con la posición jerárquica o el nivel administrativo ocupado por el o las personas que deciden, dentro de estas tenemos (L. A. R. Tovar, 2007):

- Decisiones estratégicas: Definidas, estructuradas y proyectadas a cumplir con los objetivos estratégicos, ligadas al desarrollo de la misión y la visión enfocadas en factores externos que afectan el crecimiento. Son decisiones de gran trascendencia pues involucran a toda la organización y son tomadas por los más altos ejecutivos de la pirámide jerárquica.
- Decisiones tácticas: Partiendo de los lineamientos sugeridos por las decisiones estratégicas son generadas por directivos intermedios y desarrolladas para las principales áreas de la organización que cumplirán con metas fijadas en lapsos de tiempo no muy largos, en caso de ser decisiones equivocadas no afectaran drásticamente la organización a menos que sean muy frecuentes.
- Decisiones operativas: Son tomadas por los ejecutivos que se sitúan en el nivel más bajo de la pirámide jerárquica y ejecutada por los niveles más bajos de la organización, relacionados con la asignación de tareas específicas, de rutina y procedimientos automáticos, sus implicaciones dentro de la organización son mínimos.

La toma de decisiones es el centro de la planeación debido a que la selección de entre varias alternativas determina el curso de acción de la organización, teniendo en cuenta que “todas las decisiones se toman en un ambiente de al menos una incertidumbre, que incluye la interacción de varias variables importantes donde hay ciertos riesgos involucrados al tomar decisiones” (E. Castillo, L. Verdes & Y. I. C. Gastelúm, 2002) es necesario contar con un profundo conocimiento, una amplia experiencia en el tema para lograr el manejo de la información y el monitoreo del desempeño de la estrategia, para este proceso se han desarrollado y utilizado diferentes herramientas que paulatinamente han sido aceptadas y en algunos casos mejoradas como el BSC entre otras.

3.3. Balanced Scorecard (BSC)

Es una herramienta para gestionar la estrategia a corto, mediano y largo plazo, desarrollada por Robert Kaplan y David Norton en 1990, que permite definir la estrategia de la organización al conceptualizar la misión, la visión y los valores, mediante la identificación y selección de los principales factores implicados en la misma y su conexión causal (J.L. Retolaza, J.T. Pruñonosa & L. San-Jose, 2012).

El éxito del BSC depende de la comprensión de la estrategia de la empresa, pues esta herramienta a través de la relación coherente entre sus elementos, simplifica la gestión, prioriza lo importante, promueve el aprendizaje y puede motivar mejoras innovadoras en áreas tan críticas como productos, procesos, el cliente y el desarrollo del mercado (R. S. Kaplan & D. P. Norton, 2004).

Una vez definida la estrategia principal de la organización, esta se traslada en objetivos concretos, denominados objetivos estratégicos, que serán evaluados a través de indicadores, dado que el BSC parte de la premisa que no se puede controlar lo que no se puede medir. Los objetivos estratégicos muestran aquello que se quiere conseguir; aunque lo más importante para la mayoría de las empresas es la rentabilidad, no es lo único, por lo que deben ser tomadas en cuenta las perspectivas del cliente, de los procesos internos, de formación y crecimiento, los cuales se pueden visualizar en un mapa estratégico. De manera que se garantiza que el modelo es equilibrado y no se centra únicamente en la rentabilidad presente, sino en aspectos no financieros claves para conseguir una rentabilidad futura (A. Fernández, 2001).

EL BSC aunque propone perspectivas para la evaluación de la estrategia, no explica cabalmente la realidad, pues las organizaciones son dinámicas e intervienen tiempos de retardo, procesos de realimentación y no tiene en cuenta que la relación entre las variables no es lineal sino curva, por lo que no propone una metodología que establezca y valide cada una de las relaciones causa-efecto y su impacto en la organización (D. M. Castañeda Olmos, 2012)

3.4. Dinámica de Sistemas

Es una metodología que estudia el comportamiento de los sistemas complejos, analizando la forma en que interactúan sus partes mediante la construcción de un modelo, teniendo en cuenta los flujos entre variables, los procesos de realimentación y las demoras, siendo muy útil para el estudio de fenómenos sociales ya que en estos se encuentran gran cantidad de elementos interrelacionados, pudiendo simularlos utilizando software computacional como herramienta para representar como las políticas, decisiones, retrasos y estructuras se interrelacionan en el tiempo para influir sobre el crecimiento y la estabilidad del sistema.

Dado que la dinámica de sistemas proporciona elementos conceptuales y metodológicos que permiten analizar los posibles efectos de decisiones a tomar en cuanto a su repercusión sobre el sistema en el mediano plazo y considera los retrasos entre la toma de decisión y el efecto de la misma (H. Zamorano, 2004), es una metodología muy útil para superar las limitaciones que ha presentado el BSC, incluso Kaplan y Norton “creen que la simulación con Dinámica de Sistemas será la expresión última de la estrategia

de una organización y la base perfecta para el BSC (Norton citado en Rydzak, F; et.al, 2004)” (D. M. Castañeda Olmos, 2012).

La metodología de dinámica de sistemas, por ser un modelo sistémico no está predeterminado por un modelo matemático previo, sino por el establecimiento del análisis del sistema basado en el modelo mental de las personas que poseen el conocimiento del mismo, por lo que se dispone de unas fases específicas para su construcción y análisis, que son, fase de análisis, fase de modelado cualitativo o causal, fase de modelado cuantitativo, fase de simulación y fase de validación, por las que no se pasa de una forma progresiva y única sino que se puede ir de una fase a otra sin ningún orden especial cuantas veces sea necesario.

4. Metodología

El desarrollo del estudio se basa en la metodología de dinámica de sistemas, se inicia con la fase de análisis en donde se revisa la misión, la visión y se estudia el BSC de acuerdo con la realidad actual de los comités locales; realizando ajustes de acuerdo con la información suministrada en entrevistas a miembros de la organización, la experiencia e información sobre el BSC con la que se cuenta. Posteriormente se identifican los elementos que componen el sistema, sus relaciones y los tipos de influencia entre estos, realizando el diagrama causal del sistema aplicando lo descrito en la fase de modelado cualitativo o causal.

Partiendo del diagrama causal y del conocimiento del funcionamiento del sistema, se desarrolla el diagrama de Forrester seguido de la fase de simulación para terminar con la fase de validación, la cual se realiza simulando diferentes decisiones y verificando los resultados.

4.1. Fase de análisis

Se realiza una modificación del BSC debido a que del análisis realizado se evidencio que no se encuentra lo suficientemente alineado a la realidad de los comités locales, pues varios de los objetivos estratégicos e indicadores están más enfocados a las labores a realizar a nivel nacional o internacional que a nivel local.

Por lo anterior se plantea un Balanced Scorecard para ser base del modelo de simulación para evaluar las decisiones estratégicas de un comité local de la siguiente manera:

- Perspectiva principal “Qué hacemos”, enfocada en la medición de las experiencias de liderazgo a través de los diferentes programas de intercambio y de la experiencia de membresía. Sus objetivos estratégicos son generar mayor cantidad de experiencias de intercambio sociales, profesionales, de membresía y aumentar la satisfacción de las experiencias.
- Perspectiva aprendizaje y capacidad, hace referencia a la cantidad de recurso humano, su desarrollo y la cantidad de recursos físicos al interior de un comité local para cumplir los objetivos planteados en la perspectiva principal. Sus objetivos estratégicos son aumentar la capacidad del talento humano, desarrollar el talento humano y aumentar la cantidad de activos fijos.

- Perspectiva de procesos internos, la cual hace referencia a los procesos críticos que influyen en la consecución de los objetivos estratégicos planteados en la perspectiva principal. Sus objetivos estratégicos son asegurar la legalidad de las experiencias de intercambio, divulgar adecuadamente la información, analizar e investigar el mercado, vender la oportunidad indicada de la manera correcta y tener eficiencia operativa.

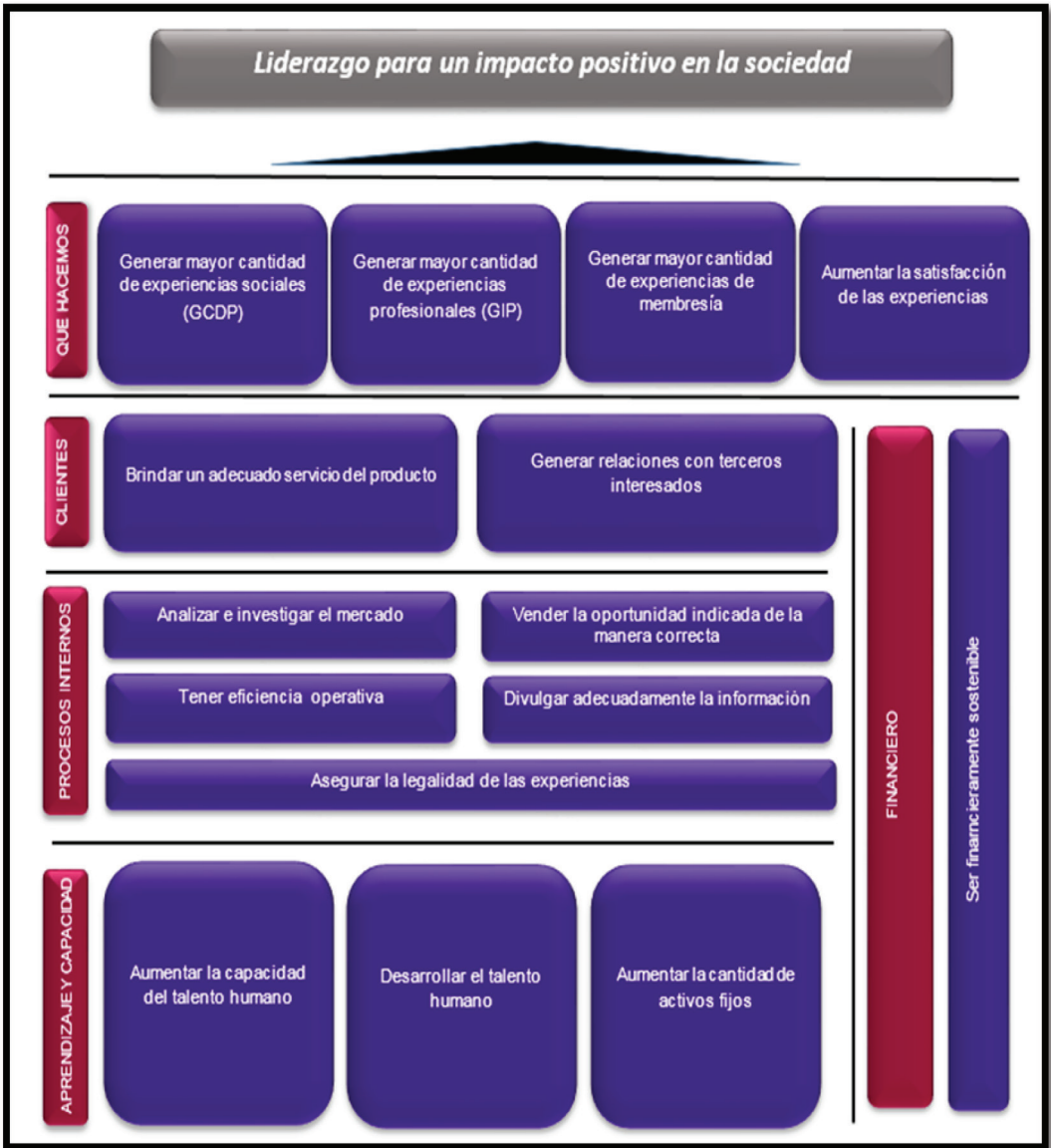


Figura 1 – Mapa estratégico del Balanced Scorecard propuesto.

- Perspectiva de clientes, hace referencia a las relaciones con los stakeholders, con quienes se desarrollan vínculos o alianzas que permiten o facilitan la generación de las experiencias de liderazgo. Los objetivos estratégicos son generar relaciones con terceros interesados y brindar un adecuado servicio del producto.
- Perspectiva financiera, enfocada a la administración de los recursos financieros para soportar las demás perspectivas, por lo que esta perspectiva será transversal en el Balanced Scorecard. Su objetivo estratégico es ser financieramente sostenible, haciendo referencia a ser sostenibles al tener un control de las inversiones y/o gastos realizados de manera que los ingresos sean mayores a los egresos.

Es importante tener en cuenta que las metas por cada indicador deberán ser planteadas por cada comité local de acuerdo a su realidad y plan estratégico planteado, pues la medición y control de estos indicadores los ayudará a tomar decisiones para cumplir con lo planteado para su gestión.

De manera gráfica se puede observar el mapa estratégico del Balanced Scorecard propuesto en la figura 1.

4.2.Fase de modelado cualitativo o causal

El diagrama causal propuesto para realizar el modelo de simulación se puede observar en la figura 2, este diagrama contempla el funcionamiento básico de un comité local, evidenciando los procesos básicos de membresía, experiencias e inversiones que se encuentran inmersos en el comportamiento dinámico del sistema.

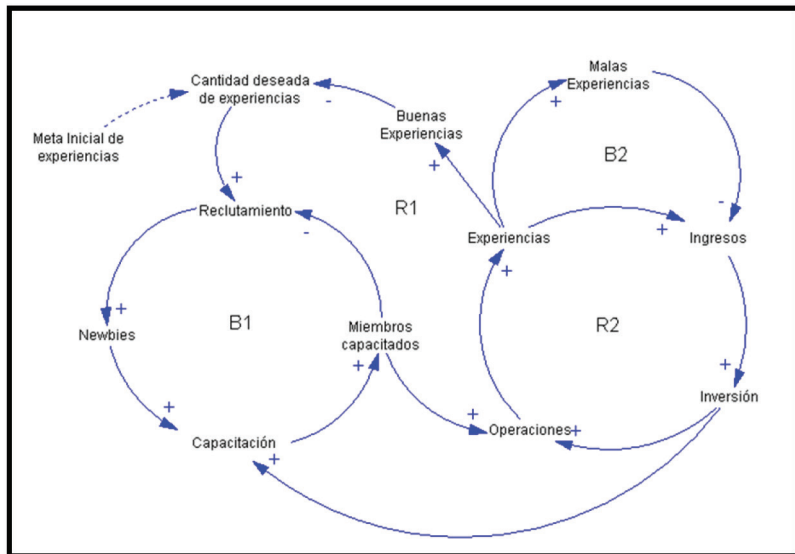


Figura 2 – Diagrama causal.

La dinámica del sistema inicia con el proceso de membresía (B1), con la necesidad percibida de incorporar miembros al comité denominada reclutamiento, que surge de la cantidad de experiencias que se desean brindar, siendo la meta planteada al inicio de la gestión por la junta ejecutiva local, que hace referencia a la perspectiva principal, pues se enfoca en los resultados que se quieren obtener.

Con el reclutamiento se incorporan newbies, los cuales deben ser capacitados para poder realizar las operaciones de la manera adecuada generando que mientras mayor cantidad de miembros capacitados se tenga menor es la necesidad de reclutamiento, haciendo referencia a la perspectiva aprendizaje y capacidad a todo el proceso de capacitación y desarrollo de la membresía.

La variable operaciones dentro de este diagrama hace referencia a la perspectiva de clientes, pues es donde permite la apertura de oportunidades para las experiencias de ICX; teniendo en cuenta esto, se puede observar el proceso de experiencias (R1), el cual inicia con miembros capacitados que pueden realizar mayor cantidad de operaciones las cuales generan una mayor cantidad de experiencias pudiendo ser buenas o malas, siendo este proceso la representación de la perspectiva de procesos internos, pues al generar una mayor cantidad de experiencias buenas se disminuye la cantidad de experiencias que se desean generar.

Para poder realizar los dos procesos anteriores se debe llevar a cabo el proceso de inversiones (B2, R2) siendo la representación de la perspectiva financiera, la cual se genera cuando se realizan experiencias pues cada una genera ingresos, dependiendo el programa es el monto, al tener ingresos se pueden realizar inversiones en operaciones o en capacitaciones dependiendo de la necesidad, por otro lado se puede evidenciar que al generar malas experiencias se produce una disminución de los ingresos debido a que se deberá indemnizar a la persona que tuvo esta mala experiencia de intercambio.

4.3. Fase de modelado cuantitativo

De acuerdo al diagrama causal y teniendo en cuenta cada una de las perspectivas del Balanced Scorecard se desarrolla el diagrama de Forrester, de manera que se realiza una representación aproximada del sistema real que permite la evaluación de las decisiones estratégicas que toma una junta ejecutiva de un comité local.

El diagrama de Forrester se divide en cuatro módulos correspondientes a las perspectivas del Balanced Scorecard propuesto para un comité local de AIESEC, expresando como flujos, niveles y tasas auxiliares las variables del diagrama causal, como se puede evidenciar en el modelo del sistema en la figura 3.

El primer módulo es la representación de la perspectiva aprendizaje y capacidad del BSC; esta perspectiva cuenta con los parámetros de reclutamiento, newbies, tasa de deserción, inversión en capacitación y unidades de capacitación por \$ invertido; con las variables de nivel miembros y capacitaciones de miembros; y con las variables auxiliares deserción, capacitaciones y pérdida de conocimiento.

El segundo módulo es la representación de la perspectiva clientes del BSC, esta perspectiva cuenta con elementos provenientes de la perspectiva anterior de miembros y promedio de conocimiento; los parámetros de posibles ventas por \$, inversiones IGIP

(Área de Intercambios Entrantes Profesionales) y IGCDP (Área de Intercambios Entrantes Sociales), miembros IGIP y IGCDP, tasa efectividad ventas IGIP y IGCDP; con las variables de nivel citas IGIP y IGCDP, pago IGIP; y con las variables auxiliares operaciones IGIP y IGCDP, pérdidas de citas IGIP y IGCDP, ventas IGIP y IGCDP, ingresos IGIP₁.

El tercer módulo es la representación de la perspectiva procesos internos del BSC, esta perspectiva cuenta con elementos provenientes de la perspectiva anterior de miembros y promedio de conocimiento; los parámetros de tasa MA (Match) RE (Realización) IGIP y IGCDP, inversiones OGCDP (Área de Intercambios Salientes Sociales) y OGIP (Área de Intercambios Salientes Profesionales), miembros OGCDP y OGIP, cantidad de personas por \$, tasa de conversión IP a MA OGCDP y OGIP, tasa de conversión MA a RE OGCDP y OGIP; con las variables de nivel oportunidades IGIP y IGCDP, oportunidades machadas IGIP y IGCDP, pago IGIP, delivery IGIP y IGCDP, buenas realizaciones IGIP y IGCDP, pago malas realizaciones IGIP y IGCDP, malas realizaciones IGIP y IGCDP, aplicantes OGCDP y OGIP, pago match OGCDP y OGIP, machado OGCDP y OGIP, buenas realizaciones OGCDP y OGIP, pago malas realizaciones OGCDP y OGIP, malas realizaciones OGCDP y OGIP; y con las variables auxiliares paso pago IGIP, malas XP, búsqueda de EPs (Exchange Participant) y de EPs IGCDP, delivery, delivery pago, ingresos IGIP y IGCDP, tiempo pagos, delivery IGIP y IGCDP, delivery 1 y 2, delivery IGIP 2, egresos malas XP IGIP y IGCDP, Pago malas XP IGIP, delivery ICX, EPs OGCDP y OGIP, aplicantes perdidos, búsqueda oportunidades y búsqueda oportunidades₂, ingresos OGCDP y OGIP, paso pago match y paso pago match OGIP, asesoría OGCDP y OGIP, asesoría OGCDP 2 y OGIP 2, egresos malas XP OGCDP y OGIP, pagos OGCDP y OGIP, pérdida de aplicantes.

El cuarto módulo es la representación de la perspectiva financiera del BSC, esta perspectiva cuenta con las variables auxiliares ingresos, egresos, entrada invoice, salida invoice, pago invoice, contador; y con las variables de nivel flujo de caja, acumulación de ingresos.

Los parámetros representan todos aquellos valores o constantes que son particulares y conocidos en cada comité bien sea por su comportamiento histórico o su estado actual que pueden ser modificables por el usuario del programa, algunas de ellas por medio de la interfaz, las variables auxiliares varían instantáneamente en respuesta al comportamiento de las variables de nivel que son aquellas que van acumulando los resultados de acciones tomadas anteriormente.

4.4. Fase de simulación

Esta fase contempla un horizonte temporal de 12 meses, se asignan magnitudes a los parámetros y ecuaciones a las variables auxiliares definidas en el diagrama de Forrester por medio del software de simulación iThink, el cual es auto-generador de código, brindando facilidad en la elaboración de ecuaciones y permitiendo la experimentación con el sistema.

De esta manera se generan las ecuaciones matemáticas que definen el comportamiento del sistema las cuales serán un sistema de ecuaciones diferenciales que generalmente no se pueden solucionar analíticamente, por lo debe ser simulado en un computador, proporcionando un entorno donde se realizan las pruebas de los modelos mentales que se tienen de la realidad a través del uso de la simulación.

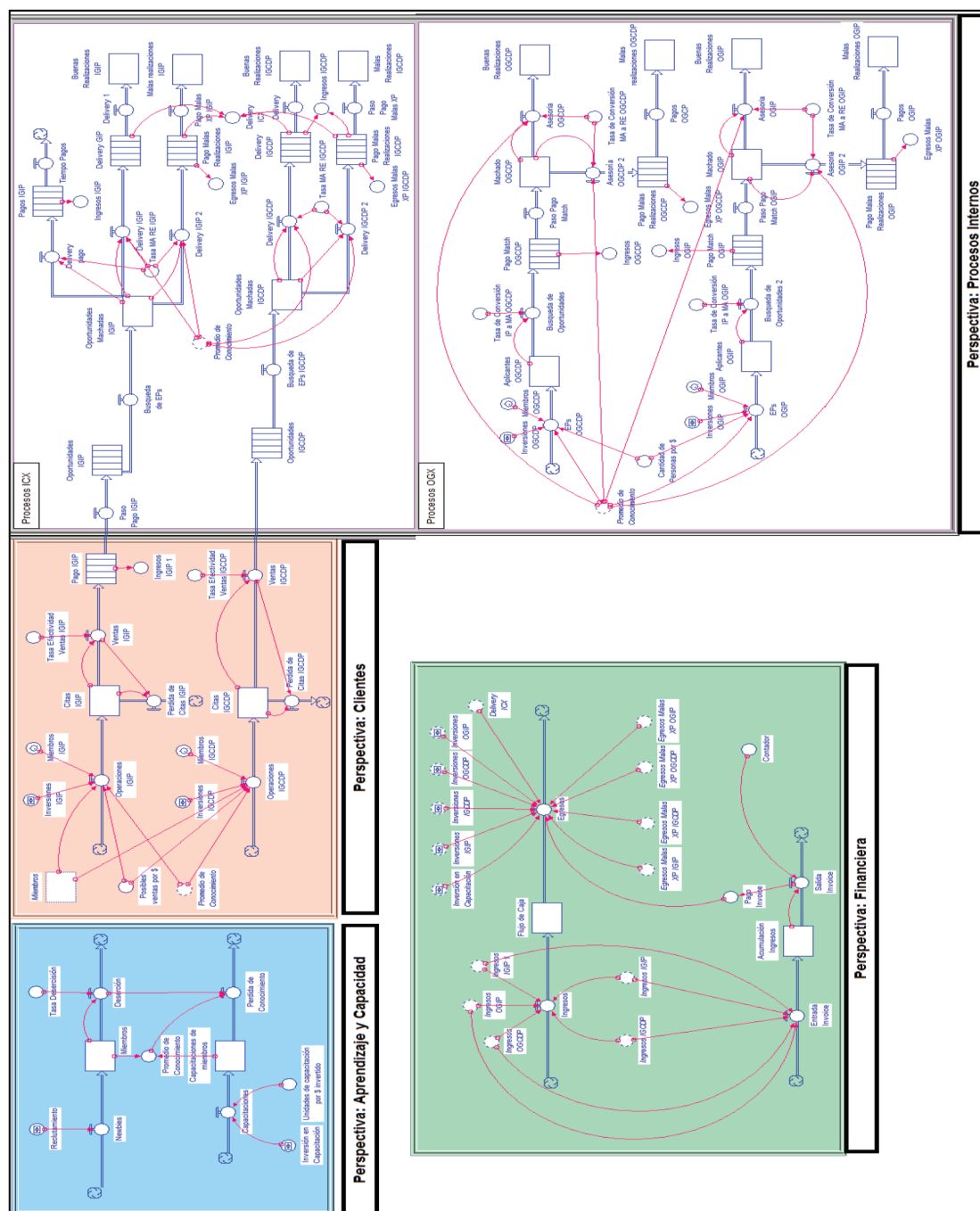


Figura 3 – Perspectivas del modelo del sistema.

4.5. Fase de validación

Para realizar la validación de resultados del modelo de simulación realizado, se contemplan tres entidades locales para evaluar las decisiones tomadas durante un año de gestión. Teniendo en cuenta que AIESEC en Colombia cuenta con treinta (30) entidades locales de diferentes tamaños que aportan a los resultados en diversas proporciones, estos se dividieron en tres grupos de diez entidades cada uno de acuerdo al porcentaje de participación que obtuvieron en los resultados del año, eligiendo a aquellas que representarán a su grupo de acuerdo a los resultados y con mayor acceso a la información requerida para realizar la simulación.

Del primer grupo que cuenta con entidades cuya participación dentro de la organización varía entre el 11% a 4% siendo entidades grandes que manejan los cuatro (4) programas, se selecciona a AIESEC en Andes que cuenta con una participación de 11%; del segundo grupo que cuenta con entidades cuya participación varía entre el 4% a 2%, se selecciona a AIESEC en Javeriana que cuenta con una participación de 3%; y del tercer grupo que cuenta con entidades cuya participación varía entre el 2% a 0%, se selecciona a AIESEC en Cúcuta que cuenta con una participación de 1% y maneja dos (2) de los cuatro (4) programas que realiza AIESEC.

Una vez simulada la información se comparan los resultados obtenidos con los presentados en la realidad, obtenido lo siguiente:

AIESEC Andes

Al realizar la simulación con los datos de la entidad local, después de los 12 meses de gestión y al compararlos con la cantidad de experiencias que en realidad se generaron, se obtuvieron los resultados de la Tabla 1 por programa, teniendo en cuenta que esta entidad maneja los cuatro programas de intercambio, OGCDP, OGIP, IGCDP e IGIP.

Programa	Cantidad de intercambios resultado de simulación	Cantidad de intercambios realizados	Diferencia absoluta
OGCDP	193	176	17 – 10%
OGIP	66	68	2 – 3%
IGCDP	70	98	28 – 29%
IGIP	22	26	4 – 15%

Tabla 1 – Comparación de resultados numéricos del comité Andes.

AIESEC Javeriana

Al realizar la simulación con los datos de la entidad local, después de los 12 meses de gestión y al compararlos con la cantidad de experiencias que en realidad se generaron, se obtuvieron los resultados de la tabla 2 por programa, teniendo en cuenta que esta entidad maneja los cuatro programas de intercambio, OGCDP, OGIP, IGCDP e IGIP.

Programa	Cantidad de intercambios resultado de simulación	Cantidad de intercambios realizados	Diferencia absoluta
OGCDP	70	54	16 – 30%
OGIP	41	24	17 – 71%
IGCDP	30	38	8 – 21%
IGIP	10	15	5 – 33%

Tabla 2 – Comparación de resultados numéricos del comité Javeriana.

AIESEC Cúcuta

Al realizar la simulación con los datos de la entidad local, después de los 12 meses de gestión y al compararlos con la cantidad de experiencias que en realidad se generaron, se obtuvieron los resultados de la tabla 3 por programa, teniendo en cuenta que esta entidad maneja dos de los cuatro programas de intercambio, OGCDP e IGCDP.

Debido a que este comité sólo maneja dos programas tanto OGIP como IGIP no cuenta con destinación de recursos financieros ni humanos, reflejado en la no generación de experiencias de liderazgo.

Programa	Cantidad de intercambios resultado de simulación	Cantidad de intercambios realizados	Diferencia absoluta
OGCDP	23	19	4 – 21%
IGCDP	28	19	9 – 47%

Tabla 3 – Comparación de resultados numéricos del comité Cúcuta.

Después de haber simulado los tres comités y hallar las diferencias que hay entre los datos reales y los obtenidos por el modelo de simulación se calcula la magnitud del error relativo (ER) y error relativo medio (ERM), para garantizar que el modelo de simulación desarrollado representa coherentemente la realidad de AIESEC, y pueda ser aceptado como una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo de simulación desarrollado es aceptado como una herramienta útil para la toma de decisiones estratégicas para un comité local de AIESEC al contar con una confiabilidad de aproximadamente el 75%, debido a que actualmente, los comités locales presentan un promedio de error entre las planeaciones estratégicas planteadas y los resultados alcanzados mayor al 47%, lo que hace de la herramienta un modelo confiable en comparación con los resultados actuales.

5. Conclusiones

El modelo de simulación consistió en realizar un Balance Scorecard dinámico con el cual se evalúan los resultados que pueden generar las estrategias que se toman dentro de los comités locales, a partir de esto concluimos que es necesario tener un seguimiento de la

información más riguroso a algunos datos para seguir corroborando la funcionalidad de este modelo, y crear mejoras que disminuyan las diferencias con los resultados, como lo son las tasas de conversión y efectividad de ventas, en donde las estrategias pueden estar enfocadas en la disminución de estos valores y confirmar su efectividad de acuerdo a los cambios realizados.

Se evidencia que el Balanced Scorecard como herramienta administrativa de planeación es útil para cumplir con los objetivos inicialmente establecidos, sin embargo por tener una ruta rígida en una sola vía se dificulta la revisión anticipada de las posibles decisiones a tomar, lo cual se facilita con la dinámica de sistemas al ver a la estructura de una organización como un sistema que se interrelaciona y realimenta con información para la toma de decisiones de una manera integral.

La inclusión de la dinámica de sistemas en este modelo contribuye a entender las relaciones causa-efecto de las variables que hacen parte del Balanced Scorecard, de tal manera que se vislumbra cómo la variación de cada una de ellas puede afectar al sistema, y al ser susceptible de simulación se convierte en una herramienta de apoyo útil para evaluar las decisiones estratégicas en este caso principalmente de inversión, teniendo una visión más enfocada en resultados por cada una de las estrategias a implementar y mitigando la incertidumbre de su implementación, pues se cuenta con un estimado de resultados con anticipación a su implementación.

De manera general se percibe que al dinamizar el Balanced Scorecard se entienden mejor la relación entre las variables, permitiendo identificar factores claves que afectan en mayor medida el cumplimiento de los objetivos estratégicos de las organizaciones, lo cual es un gran soporte al momento de analizar estrategias para la toma de decisiones.

Se evidencia que la inversión económica tanto en los miembros como en cada una de las áreas influencia los resultados y se complementan, siendo más relevante la inversión realizada en capacitaciones para aumentar el promedio de conocimiento de la membresía, puesto que un miembro capacitado e involucrado, es un miembro empoderado que se enfocará en los resultados incluso con poca inversión en el área.

Es importante ratificar que este modelo no pretende pronosticar sino evaluar las decisiones estratégicas que se puedan tomar con respecto a cantidad de membresía de una comité local y su destinación para cada uno de los programas que maneja, así como las inversiones financieras a realizar y como estas se ven reflejadas en la generación de experiencias de intercambio, de acuerdo a la realidad de cada uno de los comités locales.

Referencias

- AIESEC Colombia (2014). Políticas Financieras. Colombia: AIESEC en Colombia.
- Aracil, J., & Gordillo, F. (1995). Dinámica de sistemas. Madrid: Isdefe.
- Armijo, M. & Pública, G. (2009). *Manual de planificación estratégica e indicadores de desempeño en el sector público*. ILPES/CEPAL.

- Asuaga, C., Cambeiro, P., Cami, M., & Mouradian, I. (2007). Gestión de teatros públicos: Una adaptación del Cuadro de Mando Integral. *Quantum: revista de administración, contabilidad y economía*, 2, 93–111.
- Carmen Muñoz, E. (2009). Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard) para la gestión bibliotecaria: pautas para una aplicación. *Investigación bibliotecológica*, 23, 105–126.
- Castañeda Olmos, D. M. (2012). *Modelo tipo balanced scorecard dinámico como herramienta de la estrategia en ambientes dinámicos*. Tesis Maestría en Administración, University of Medellín, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
- Castillo, E., Verdes, L., & Gastelúm, Y. I. C. (2002). Toma de decisiones, Un enfoque Particular. Trabajo de ascenso no publicado. UNET. San Cristóbal. Venezuela.
- Fernández, A. (2001). El Balanced Scorecard. *Revista de antiguos alumnos del IESE*. 2001(Mar), 31–42.
- García, J. H. M. (2010). *La inteligencia de negocios como herramienta para la toma de decisiones estratégicas en las empresas. Análisis de su aplicabilidad en el contexto corporativo colombiano*. Retrieved from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3098/>
- Gross, H. (2014). *Learn By Traveling Through AIESEC: The Importance of Studying and Experiencing Intercultural Communication*. Degree Bachelor of Arts, California Polytechnic State University, San Luis Obispo.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Focusing your organization on strategy-with the balanced scorecard*. Cambridge: Harvard Business School Publishing.
- Mintzberg, H. (2006). *Cinco Ps para estratégia, O processo da estratégia. Conceitos, contextos e casos selecionados (Cap. 1.1, pp. 24-29)*. Porto Alegre: Bookman.
- Mintzberg, H., & QUINN, B. (1995). *Planeación estratégica*. México: Prentice Hall.
- Nario, O. L. C. J. P. (2009). *Mapas Estratégicos y Cuadro de Mando Integral en la Implantación de la Estrategia. Modelo de Gestión por Competencias en el Desarrollo de una Organización Capaz*. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República, Uruguay.
- Petul, H. A. Q. (2013). *Planeación estratégica en la administración con enfoque a sistemas*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/planeacion-estrategica-en-la-administracion-con-enfoque-a-sistemas/>
- Retolaza, J. L., Pruñonosa, J. T., & San-Jose, L. (2012). El cuadro de mando integral en las Entidades No Lucrativas. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 14, 89–106.
- Saldías Cerda, J. R. & Chacur, A. A. (2006). Sistemas de control de gestion, analisis para organizaciones sin fines de lucro. *Revista Ingeniería Industrial*, 5.
- Santa Catalina, I. M. (2010). *Modelo de Dinámica de Sistemas para la implantación de Tecnologías de la Información en la Gestión Estratégica Universitaria*. Tesis Doctor en Informática, Universidad del País Vasco, San Sebastián.

- Sarabia, Á. A. (1995). *La teoría general de sistemas*. Madrid: Isdefe.
- Sterman, J. D. (2000). *Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world (vol. 19)*. Boston: Irwin/McGraw-Hill.
- Tovar, L. A. R. (2007). Mapa de las teorías de a organización: una orientación para empresas. *Gaceta Ide@s CONCYTEG*, 2, 30.
- Valderrama Salazar, P. A. (2013). *Implementación del Balanced Scorecard para seguimiento del Conpes 3675 de 2010*. Especializacion en administracion de empresas, Universidad EAN Bogotá D.C.
- Vega Almeida, R. L. (2006). La relación dialógica entre la planificación estratégica y el aprendizaje organizacional. *Acimed*, 14(6), 6.
- Zamorano, H. (2004). *Modelos de simulación para la gestión del conocimiento y su medición en instituciones sin fines de lucro y dependencias gubernamentales*. Retrieved from <http://www.galleanoyzamorano.com.ar/museo.pdf>

Implementación de una solución web y móvil para la gestión vehicular basada en Arquitectura de Aspectos y metodologías ágiles: Un enfoque educativo de la teoría a la práctica

Pablo Alejandro Quezada- Sarmiento ¹

paquezadasa@uide.edu.ec, paquesar@alumni.uv.es

¹ Universidad Internacional del Ecuador, Docente Investigador Escuela de Informática y Multimedia, Av. Simón Bolívar y Av. Jorge Fernández, Quito, Ecuador. Universitat de València, Programa de Doctorado en Educación, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Av. Blasco Ibáñez 30, 46010 València, España

DOI: 10.17013/risti.25.98–111

Resumen: En el presente artículo se detallan el análisis, aplicación de metodologías ágiles, y tecnologías de código abierto en el desarrollo de una aplicación web y móvil, para automatizar y controlar el parque automotor de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), dicha aplicación fue desarrollada por los profesionales en formación del componente educativo Programación Web en marco del proyecto Computación Afectiva. Dentro de las funciones esenciales del aplicativo está la gestión de vehículos que implica el registro: ordenes de combustible y mantenimiento, facturas, proveedores, conductores y vehículos; además de la gestión de préstamos de vehículos que implica el registro de solicitudes, entradas, salidas y el estado de los vehículos. Como aporte adicional está la construcción del aplicativo móvil que incluye las mismas cualidades funcionales de los aplicativos webs, pero ofreciendo otra propias de un dispositivo móvil como es el uso a través de teléfonos o tabletas, facilitando la interacción y usabilidad en base al momento y lugar donde la persona lo requiera.

Palabras Clave: Aplicativo web; Educación; ICONIX; POA, Metodología

Implementation of a web and mobile solution for vehicular management based on Aspects Architecture and Agile Methodologies: An educational approach from theory to practice

Abstract: In this article, the analysis, application of agile methodologies, and technologies open source used in the development of a web and mobile application, to automated, and control the automotive fleet of the Technical University of Loja (UTPL) it was detailed; this application it was development by educational component of Web Programming in the Affective Computational Project. The purposes, the use of the aspect oriented programming paradigm (POA) and the

agile development methodology ICONIX were established. Within the essential functions of the web application is the management of vehicles that involved registration: fuel and maintenance orders, invoices, suppliers, drivers and vehicles; In addition to the management of vehicle loans that involved the registration of applications, inputs, outputs and vehicle status. As an additional contribution is the construction of the mobile application that includes the same functional qualities of web applications but offering another one of a mobile device such as use through cellphones or tablets, facilitating interaction and usability based on the time and place where people requires it. Once the web application has been implemented, users and the administrator will have the ability to access all the services that it presents in an interactive and truthful way, helping to better control, management and usability based on the time and place where the people requires it.

Keywords: Education; Iconix; POA; Methodology; Web Application.

1. Introducción

Las nuevas tecnologías y paradigmas computacionales pueden ser empleados en diversos campos, entre ellos el de educación lo cual sirven para el diseño, búsqueda, presentación, intercambio y reutilización de material debido a que la tecnología permite almacenar, organizar, replicar, difundir, transformar y ser accesible, lo que conlleva al ahorro de tiempo y recursos (Area, 2005). En el área educativa se ha visto la necesidad de crear espacios donde no existan limitantes de tiempo ni capacidad; es así, que la educación usa diversas plataformas para el proceso de enseñanza - aprendizaje (Quezada, Enciso & Garbajosa, 2016). *“A nivel de la educación superior, especialmente en los campos de la Ingeniería de Software, el mundo académico muestra un entusiasmo significativo por el desarrollo de diversas competencias relacionadas a las competencias tecnológicas de ello la necesidad del adecuado uso de herramientas complementarias como son las herramientas de código libre”* especialmente enfocadas a la mejora de destrezas de programación que a su vez estén alineado a los estándares o cuerpos de conocimiento que rigen a dichas disciplinas y al contexto de la computación afectiva (Quezada, 2017),(Gutiérrez & Serrano ,2016) permitiendo un adecuado entorno de aprendizaje.

Una de las principales preocupaciones de la industria del software es desarrollar el talento de su recurso humano, ya que la calidad y la innovación de sus productos y servicios dependen en gran medida de los conocimientos, la capacidad y el talento de sus ingenieros en informática. El conocimiento ya existe; el objetivo es establecer un consenso sobre el subconjunto del núcleo del conocimiento que caracteriza a la disciplina de la ingeniería de software e ingenierías. De la misma manera *“La articulación de un conjunto de conocimientos es un paso esencial hacia el desarrollo de una profesión, ya que representa un amplio consenso respecto a lo que un profesional de la ingeniería de software debe conocer, en especial en las destrezas computacionales y paradigmas computacionales”* (Quezada, 2016). *“En un marco más amplio, la evolución actual de la Sociedad del Conocimiento exige un cambio de mentalidad en el profesorado para adaptar las metodologías docentes, en base a las posibilidades que ofrece el entorno digital para enseñar de forma distinta, adaptándose a las formas de aprender de los “nativos digitales”* (Poy, Mendaña & González, 2015), por ello la enseñanza de nuevos paradigmas de programación con un enfoque de metodologías ágiles y basados en los principios de la computación afectiva son los pilares de la formación de los ingenieros en software.

El presente artículo aborda la temática de arquitectura del software aplicada a aspectos como paradigma en el desarrollo de aplicaciones web y móviles; enfocado a un contexto de gestión vehicular. El sistema de gestión vehicular es un sistema informático que potencializa la administración del parque automotor de la UTPL; mejorando sustancialmente la ejecución de los procesos y la obtención de información relacionada con la misma. El mejoramiento se refleja en la optimización de recursos (económicos, humanos, vehiculares, etc.); así como en una importante rapidez en el cumplimiento de los procesos. Todo esto se logró a través de Programación Orientada a Aspectos (POA) la cual es una nueva metodología de programación que aspira a soportar la separación de las propiedades para los aspectos antes mencionados. La metodología de desarrollo que se utilizó fue ICONIX, la misma que es un punto medio entre la metodología RUP y la metodología XP, todo esto enmarcado en proyecto Computación afectiva.

2. Marco teórico

“En la actualidad las empresas que desarrollan software se han convertido en socios estratégicos de sus clientes a través de la generación de valor, mediante la entrega de productos que soportan sus diversos procesos de negocio” (Chavarría, 2016). Si hablamos de un concepto de procesos de software hablamos de uno de los conocimientos más abstractos de la ingeniería del software, el proceso de software definido (Sommerville, 2005) se ha logrado concebir como un proceso de continuo aprendizaje mediante el cual se mejora una organización a través de procesos adquiridos; así obtenemos el proceso llamado Capability Maturity Model (CMM); la última versión del CMM, ICMMI o CMM Integrated, es un instrumento de gestión de ingeniería de software formal y tradicional.

Definiciones de Aspectos. - La definición formal de “Aspecto” ha evolucionado desde su concepción hasta el momento. Una definición inicial, aunque todavía no se manejaba el término “aspecto”, fue introducida (Joskowicz, 2008). Aplicando la definición al término actual: *“Un aspecto es una unidad que se define en términos de información parcial de otras unidades”* (Artificial, 2014). Los aspectos tienden a no ser unidades de la descomposición funcional del sistema, sino a ser propiedades que afectan la performance o la semántica de los componentes en forma sistemática”

Fundamentos de la programación orientada a aspectos. -Se puede decir que con las clases se implementan las funcionalidades principales de una aplicación (como, por ejemplo, la gestión de un almacén), mientras que con los aspectos se capturan conceptos técnicos tales como la persistencia, la gestión de errores, la sincronización o la comunicación de procesos (Barba, 2016), (Calderón, 2016). Los lenguajes orientados a aspectos definen una nueva unidad de programación de software para encapsular las funcionalidades que cruzan todo el código. Además, estos lenguajes deben soportar la separación de aspectos como la sincronización, la distribución, el manejo de errores, la optimización de memoria, la gestión de seguridad, la persistencia (Jacobson, 2004).

De todas formas, estos conceptos no son totalmente independientes, y está claro que hay una relación entre los componentes y los aspectos, y que, por lo tanto, el código de los componentes y de estas nuevas unidades de programación tiene que interactuar de alguna manera(Quintero, 2000). Los puntos de enlace son una clase especial de

interfaz entre los aspectos y los módulos del lenguaje de componentes. Son los lugares del código en los que éste se puede aumentar con comportamientos adicionales. Estos comportamientos se especifican en los aspectos. El encargado de realizar este proceso de mezcla se conoce como tejedor (del término inglés *weaver*) (Quintero,2000).

Diseño y desarrollo de aplicaciones orientadas a aspectos. - La orientación a aspectos se centró principalmente en la implementación y codificación, pero en los últimos tiempos cada vez surgen más trabajos para llevar la separación de incumbencias a nivel de diseño (Mínguez,2010). Se propone utilizar UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelado, ampliando su semántica con los mecanismos que el propio lenguaje unificado tiene para tales efectos y consiguiendo así representar la funcionalidad básica separada de los otros aspectos. Para desarrollar un sistema basado en aspectos se requiere incluir en el lenguaje base dentro de los lenguajes de aspectos y compartirse entre ambos lenguajes.

El lenguaje de los componentes debe proveer la forma de implementar la funcionalidad principal y asegurar que los programas escritos en ese lenguaje no interfieran con los aspectos. Los lenguajes de aspectos tienen que proveer los medios para implementar los aspectos deseados de una manera intuitiva, natural y concisa. El desarrollo de una aplicación basada en aspectos requiere de tres pasos:

1. Descomposición de aspectos y componentes: Descomponer los requerimientos para distinguir aquellos que son componentes de los que son aspectos
2. Implementación de las incumbencias: Implementar cada incumbencia por separado (aspectos y componentes)
3. Recomposición: Definir las reglas que permitan combinar los aspectos con los componentes (Páez,2007).

3. Metodología

“El éxito de un proyecto de desarrollo de software depende de que el producto obtenido cumpla con las especificaciones del usuario y se termine dentro del plazo y con el presupuesto establecido” (Huanca, 2017).

Diversos autores coinciden en señalar algunos requisitos que deben tener las metodologías de desarrollo:

- Visión del producto.
- Vinculación con el cliente.
- Establecer un modelo de ciclo de vida.
- Gestión de los requisitos.
- Plan de desarrollo.
- Integración del proyecto.
- Medidas de progreso del proyecto.
- Métricas para evaluar la calidad.
- Maneras de medir el riesgo.
- Como gestionar los cambios.
- Establecer una línea de meta (Salas, 2010).

Para mayor fundamento, en la tabla 1 podemos observar las características de cada una de las metodologías de desarrollo, sean ágiles o tradicionales.

<i>Metodologías ágiles</i>	<i>Metodologías tradicionales</i>
Se basan en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código.	Se basan en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente por el equipo	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso muy controlado, numerosas normas
Contrato flexible e incluso inexistente	Contrato prefijado
El cliente es parte del desarrollo	Cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (<10)	Grupos grandes
Pocos artefactos	Más artefactos
Menor énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial

Fuente: Canós, J et al, 2005. Metodologías Ágiles.

Tabla 1 – Comparación de metodologías

En la tabla 2 se observan algunas metodologías de desarrollo y sus características las cuales han sido comparada.

El software presentado en este artículo que forma parte del proyecto Computación Afectiva, fue desarrollado por los profesionales en formación del componente educativo de Programación Web bajo los principios de la metodología Iconix (Figura 1).



Figura. 1 – Estudiantes de Ingeniería Web desarrollando prototipos bajo los principios de la Metodología Iconix.

ICONIX. - Es una metodología pesada-ligera de Desarrollo del Software que se halla a medio camino entre un RUP (Rational Unified Process) y un XP (eXtreme Programming). Iconix deriva directamente del RUP y su fundamento es el hecho de que un 80% de los casos pueden ser resueltos tan solo con un uso del 20% del UML, con lo cual se simplifica muchísimo el proceso sin perder documentación al dejar solo aquello

Cascada	Incremental	Protótipo	Evolutivo	Rad	Mobile D	Xp	Iconix	RUP
Breve Descripción								
Modelo que sigue una secuencia lógica y cada etapa es directamente dependiente de que se culmine la anterior	Modelo en el cual se divide previamente el proyecto en incrementos con entregas de estos en forma periódica	Consiste en entregarle a los usuarios diversos protótipos con un código cada vez más refinado del proyecto	Se enfoca en la actualización y modificación del software actual y adaptarlo a los nuevos sistemas	Método en el que se realiza una construcción rápida del prototipo	Modelo ágil de desarrollo rápido enfocado a grupos pequeños	Modelo en el que se define un plan para desarrollar y liberar software.	Proceso simplificado en comparación con otros procesos más tradicionales,	Se caracteriza por ocupar el modelo literario e incremental.
Tipos De Proyectos de Software								
Grandes empresas Proyectos gubernamentales	Juegos	Software de investigación Versiones Beta	Adaptación y mejoras de software	Aplicaciones web	Software para dispositivos móviles	Aplicaciones móviles	Está entre la complejidad del rup y la simplicidad de xp	Grandes empresas
Programador/ relación con el usuario								
Programadores experimentados. Poca relación con el usuario	Programadores experimentados Más relación con el usuario	Interactúa con el cliente para generar retroalimentación	Se relaciona de manera constante con el cliente	Trabajan pocos programadores.	Interactúa con el cliente y tiene buena relación con el grupo	Programadores con habilidades blandas y trabajo en equipo	Interactúa con el cliente, programadores	Certificados
Etapas								
Pre-análisis, Análisis, Diseño, Desarrollo Pruebas Mantenimiento	Planificación Elaboración Análisis Diseño Construcción - Entrega	Investigación preliminar Análisis y especificación diseño y construcción Evaluación modificación diseño técnico Programación y pruebas operación	Planeación Análisis de riesgo Construcción y Adaptación Evaluación del cliente	Requisitos diseño Implementación Verificación Mantenición	Explotación Iniciación producción Estabilización Testeo	Definir los roles Estimar el esfuerzo Elegir que construir programar repetir	Análisis de requisito Análisis y diseño preliminar, diseño e Implementación.	Inicio Elaboración Construcción Transición
Características propias del modelo								
Se desarrolla todas sus etapas.	Cada incremento informa al siguiente y permite realizar ajustes.	Los protótipos se crean con rapidez y evolucionan a través de un proceso iterativo	Permite la realización de software	Modelo central desarrollo visual código construido extensible	Por cada función se realiza un ciclo de 3 días.	Pone énfasis en la comunicación	Su base está en los casos de uso y a partir de estos en todos los diagramas que ésta posee.	Ocupa el modelo incremental y se centra en usar casos de uso

Tabla 2 – Cuadro comparativo de las metodologías de desarrollo de mayor uso.

que es necesario. Esto implica un uso dinámico del UML de tal forma que siempre se pueden utilizar otros diagramas además de los ya estipulados si se cree conveniente (Iconix,2006).

Fases:

Análisis de Requisitos. -En esta primera fase se realiza un Modelo de Dominio, que no es más que un Diagrama de Clases simplificado. Este modelo contiene únicamente aquellos objetos de la vida real cuyo comportamiento o datos deban ser almacenados en el sistema. En la figura 2 el modelo de dominio podemos observar los respectivos atributos y el tipo de dato de los mismos, los cuales son necesarios para el correcto manejo y control del software, estos atributos fueron dados a raíz de los requerimientos otorgados por el cliente como son: préstamos vehiculares, registro de usuarios, registro de vehículos, órdenes de mantenimiento, repuesto, combustible y el registro de facturas, éstos requisitos son de vital importancia para la correcta recaudación de información, y mediante éste lograr que la aplicación web cumpla con todas las necesidades del cliente (Enciso ,2016).

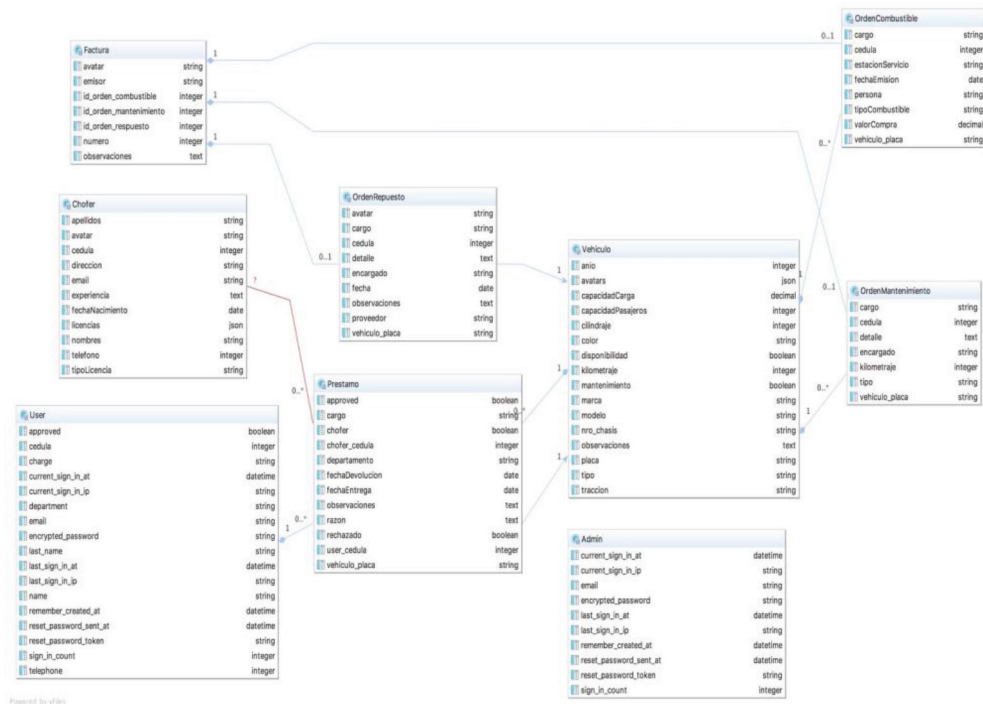
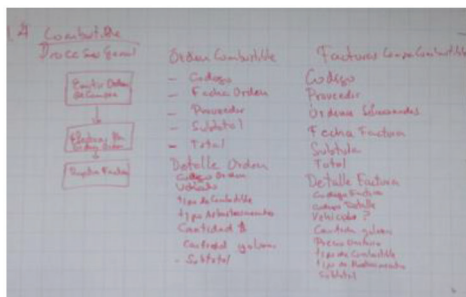
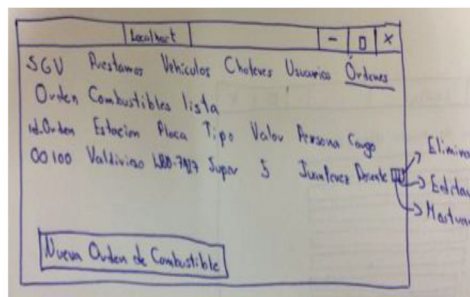


Figura 2 – Modelo de Dominio

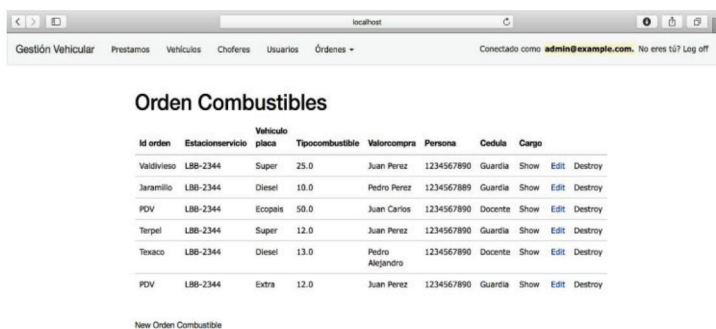
Modelo de prototipación rápida. - En la figura 3 se puede observar un bosquejo de uno de los módulos del software en este caso de orden de combustibles el mismo que sirve para aclarar las inquietudes entre el cliente y el desarrollador. Este proceso es aplicado a todos los módulos de la aplicación.



a. Análisis con cliente



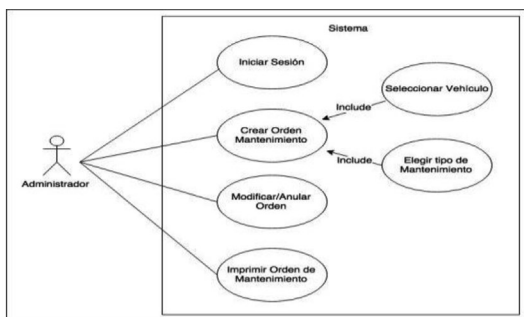
b. Esquema de Prototipo



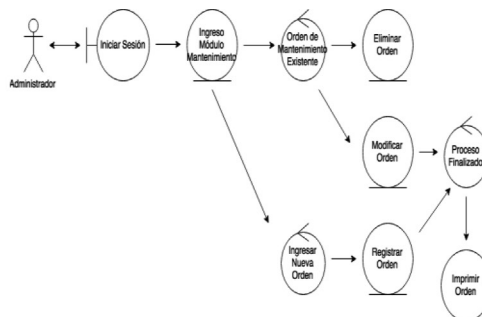
c. Pantalla inicial de Prototipo

Figura 3 – Prototipado de Modulo Orden de Combustibles de la Aplicación

Análisis y Diseño Preliminar: - A partir de cada caso de uso se obtienen sus correspondientes fichas de caso de uso que fueron aplicados a cada uno de los módulos del aplicativo. En la figura 4 se muestra un caso de uso y diagrama de robustez.



a. Caso de Uso SGV



b. Diagrama Secuencia SVG

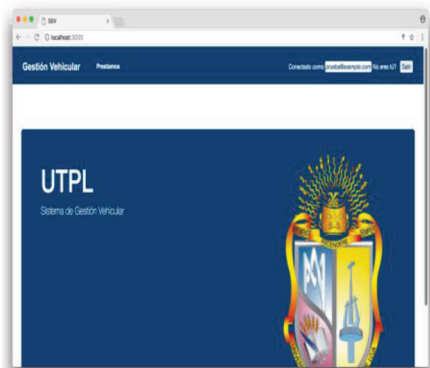
Figura 4 – Caso de uso y diagrama Sistema de Gestión Vehicular

Patrón Utilizado. - El patrón de Active Record viene implementado por defecto en el framework Ruby on Rails, su implementación está basada en la Programación Orientada a Aspectos, lo que ha permitido un control efectivo y ordenado sobre los objetos dentro de la aplicación. El uso de Active Record ha sido extendido a lo largo de toda la aplicación, aprovechando su vasta funcionalidad en el ámbito de manipulación y almacenamiento de datos en sistemas de bases de datos relacionales, lo cual ha permitido un desarrollo conciso, simple y funcional (Comunidad Rails,2017), (Paez,2017). Los siguientes módulos de Active Record han sido implementados en la aplicación:

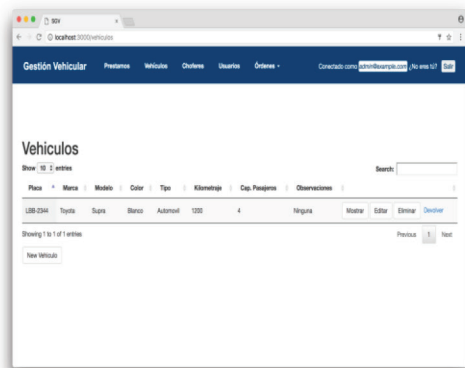
- **Interfaz de consultas (Query Interface):** El uso de la Interfaz de Consultas de Active Record es la principal forma de leer y manipular datos dentro de la aplicación y su base de datos, tales como registros de vehículos, préstamos, usuarios, etc. El módulo provee la generación automática de métodos sobre cada objeto para la manipulación de sus datos (crear, leer, editar y eliminar) sin el uso directo de sentencias SQL ni código de acceso a la base de datos.
- **Asociaciones (Associations):** Las asociaciones de Active Record han permitido crear relaciones entre modelos de Active Record (Objetos) para facilitar las operaciones entre ellos, han sido utilizadas en todos los modelos de la aplicación para crear un mapa objeto-relacional consistente y funcional, todo esto con la finalidad de establecer un manejo de datos sin redundancias ni duplicaciones y optimizando el acceso a los mismos, algunas asociaciones de Active Record que ha sido utilizadas son 'has_many'(uno a muchos), 'belongs_to'(pertenece a) y 'has_one'(uno a uno). Tal sería el caso de Vehículo tiene varios Prestamos (has_many) .
- **Validaciones (Validations):** Las validaciones de Active Record han sido implementadas en todos los modelos (objetos) de la aplicación para evitar el ingreso erróneo de datos y asegurar la consistencia de los datos en el sistema base de datos. Esto minimiza la tasa de errores humanos y asegura el correcto funcionamiento de la aplicación.
- **Retrollamadas (Callbacks):** Las retrollamadas de Active Record han sido usadas en todos los controladores de la aplicación, con la finalidad de restringir las funcionalidades y el acceso a los datos a usuarios no autorizados, en cada controlador de la aplicación se ha utilizado la retrollamada 'before_action' para exigir autenticación antes de acceder a cualquier operación. Esto ha permitido seguridad ante el acceso y operación sobre la aplicación.
- **Migraciones (Migrations):** Las migraciones de Active Record han sido aplicadas desde el inicio de la etapa de codificación han permitido crear un esquema de base de datos conciso y de una manera sencilla, sin usar lenguaje SQL, únicamente los métodos y comandos provistos por Active Record, se ha usado en correcciones para añadir o quitar atributos a los modelos de la aplicación, sin modificar el código de forma sustancial.

4. Resultados.

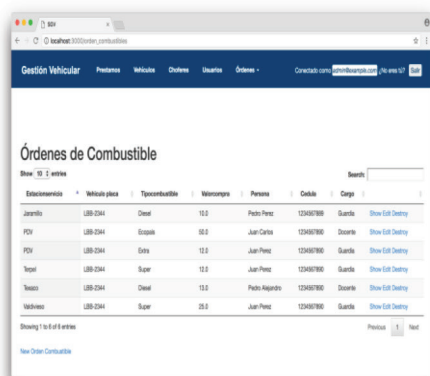
“Diseñar entornos de aprendizaje encaminados a la incorporación de pedagogías de aprendizaje activo resulta difícil” (Hood,2017); pero si se integra nuevos paradigmas, metodologías computacionales se genera óptimo resultado que permiten llevar lo teórico



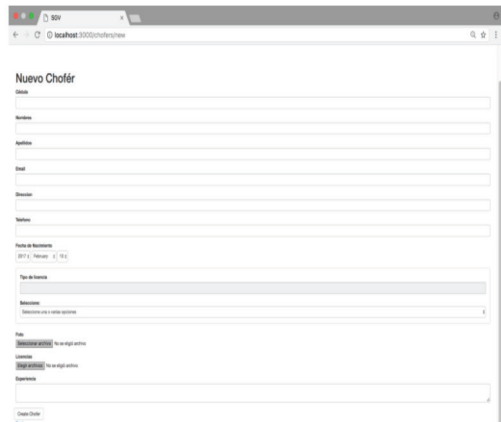
a. Intefaz inicial



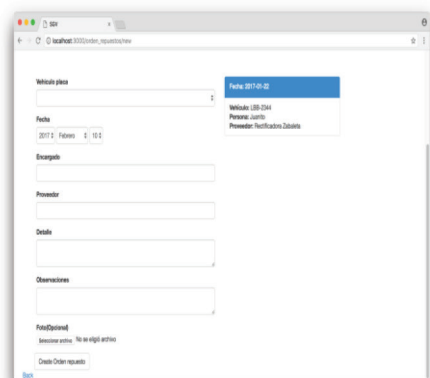
b. Módulo de Vehiculos



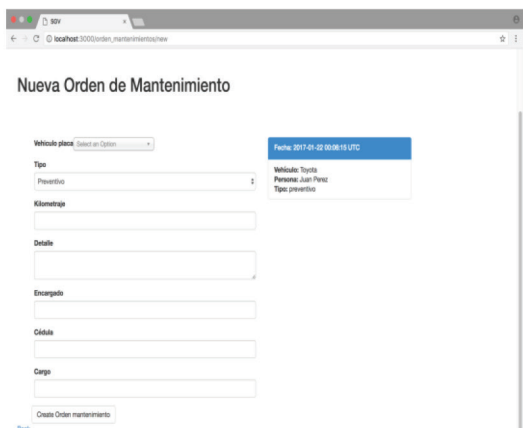
c. Módulo de Orden de Combustibles



d. Módulo de Gestión de Conductores



e. Módulo orden de repuesto



f. Módulo orden de mantenimiento

Figura 5 – Módulos Aplicación Web SGV

a la práctica. Entre los resultados más sobresaliente del Proyecto Computación Afectiva: Un enfoque de lo teórico a lo práctico se destaca en la figura 5 algunos módulos del aplicativo desarrollado.

Para la creación de la aplicación móvil Android, se utilizó la herramienta AppsGeyser, que crea de una forma sencilla una WebView del sistema Android con la URL de nuestra aplicación Web, para adaptarla a dispositivos móviles. Generando un código QR con un enlace para acceder desde el dispositivo Android, una vez reconocido el QR se abre el navegador y la herramienta inicia el empaquetado(APK) del instalador para su descarga; logrando así tener la aplicación web, como aplicación móvil en cualquier dispositivo que funcione con sistema operativo Android. en la figura 6 podemos apreciar la aplicación móvil desarrollada con los principios anteriormente mencionados, todo esto en el marco de la computación afectiva.



Figura 6 – Aplicación Móvil desarrollada.

5. Conclusiones

El aplicativo web y móvil durante el proceso de desarrollo bajo la metodología ICONIX y la programación orientada a aspectos, determinó un reto en base a información y manejo de todas las características que estas herramientas brindan para su correcto manejo y uso, logrando así una correcta fusión acorde a la necesidad de crear el Sistema de Gestión Vehicular.

El desarrollo de la codificación utilizando el lenguaje de programación ruby, con su framework ruby on rails, base de datos postgresQL y el IDE RubyMine, ayudó y cumplió todas las expectativas en base a las necesidades que se planteó para el correcto desarrollo de éste software, logrando así plasmar la meta de ejercer el uso de programación orientada a aspectos, basada en ActiveRecord, herramienta ágil e intuitiva propia del framework de trabajo.

El sistema permite la administración de usuarios con su edición o eliminación; los usuarios pueden acceder a su cuenta para generar un préstamo vehicular, de la misma manera, el administrador puede, crear órdenes de mantenimiento, repuestos y de combustible, todo esto vinculado a un vehículo específico, así mismo la capacidad de registrar una factura indexándola a la orden previamente emitida.

La metodología de desarrollo ICONIX permitió un desarrollo ágil y efectivo en base a todos los requerimientos iniciales del software, ayudando en gran medida a la correcta recopilación de información, logrando así tener los requerimientos claros y precisos, los mismos que fueron base fundamental en el desarrollo del Sistema de Gestión Vehicular

El administrador tiene a su disposición el registro de todos los vehículos, órdenes, usuarios y conductores, junto a la información más relevante de los mismos que son necesarios para un correcto manejo y uso del parque automotor de la UTPL.

La validación mediante el plan de pruebas permitió demostrar la calidad, velocidad, seguridad y efectividad del software desarrollado, cumpliendo así con los requerimientos de seguridad necesarios para el uso confiable de esta aplicación.

El desarrollo del aplicativo web y móvil permitió generar un trabajo colaborativo con los profesionales en formación del componente de ingeniería web, así mismo se profundizó en la enseñanza del paradigma orientado a aspectos aportando en el contexto del proyecto Computación Afectiva.

6. Trabajos Futuros

Ampliar las funcionalidades del aplicativo considerando transacciones contables y financieras; continuando con el lenguaje de programación Ruby, framework Ruby on Rails; para mantener la homogeneidad del desarrollo, la seguridad en sí del software y el proceso de enseñanza en el componente de programación web y por ende dar continuidad al proyecto computación afectiva y llevar el conocimiento de lo teórico a lo práctico.

Ampliar el contexto de análisis de la computación afectiva y como esta incide en el proceso de adquisición de una destreza computacional.

Al haber recabado información referente al paradigma de la POA (Programación Orientada a Aspectos), Computación Afectiva, Metodologías Ágiles se recomienda su utilización y práctica en el contexto educativo, incidiendo en la mejora de las destrezas computacionales y el entorno de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Area, M. (2005). *La educación en el laberinto tecnológico. De la escritura a las máquinas digitales*. Barcelona, Octaedro EUB
- Artificial, D. D. (2014). *Programación Orientada a Aspectos AOP en Spring*. Recuperado el 30 de 07 de 2016, de http://www.jtech.ua.es/j2ee/publico/spring-2012-13/apendice_AOP-apuntes.html

- Barba-Guaman, L., Quezada-Sarmiento, P. A., Calderon-Cordova, C., & Lopez, J. P. O. (2017). *Detection of the characters from the license plates by cascade classifiers method*. Paper presented at the FTC 2016 - Proceedings of Future Technologies Conference, (p. 560-566). doi:10.1109/FTC.2016.7821662
- Calderon-Cordova, C., Ramirez, C., Barros, V., Quezada-Sarmiento, P. A., & Barba-Guaman, L. (2017). *EMG signal patterns recognition based on feedforward artificial neural network applied to robotic prosthesis myoelectric control*. Paper presented at the FTC 2016 - Proceedings of Future Technologies Conference, (p. 868-875). doi:10.1109/FTC.2016.7821705
- Canós, J. (2005). *Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Chavarría, A. E., Oré, S. B., & Pastor, C. (2016). Aseguramiento de la Calidad en el Proceso de Desarrollo de Software utilizando CMMI, TSP y PSP. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (20), 62–77. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.20.62-77>
- Enciso, L., Quezada, P., Barba-Guamán, L., Solano, L., & Alarcón, P. (2016). Open drugstores mobile app doi:10.1007/978-3-319-31232-3_75
- Gutiérrez Porlán, I., & Serrano Sánchez, J. (2016). Evaluation and development of digital competence in future primary school teachers at the University of Murcia. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 51–56. doi:http://dx.doi.org/10.7821/naer.2016.1.152
- Huana, Luis Morales, & Oré, Sussy Bayona. (2017). Factores que Afectan la Precisión de la Estimación del Esfuerzo en Proyectos de Software Usando Puntos de Caso de Uso. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (21), 18–32. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.21.pi-pf>
- Hood Cattaneo, K. (2017). Telling Active Learning Pedagogies Apart: from theory to practice. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 6(2), 144–152. doi:http://dx.doi.org/10.7821/naer.2017.7.237
- Jacobson, I., & Ng, P. (2004). *Aspect Oriented Software Development with Use Cases*, (1a edición). Nueva York, USA: Addison Wesley Professional.
- Joskowicz, J. (2008). *Programación Orientada a Aspectos*. Recuperado el 24 de 06 de 2016, de <http://iie.fing.edu.uy/~josej/docs/Programacion%20Orientada%20Aspectos%20-%20Jose%20Joskowicz.pdf>
- Librosweb. (2006). Obtenido de Introducción a Ruby on rails : <http://librosweb.es/libros/>
- Quintero, A. M. (2000). *Visión General de la Programación Orientada a Aspectos*. Recuperado el 22 de junio de 2016, de <https://www.lsi.us.es/docs/informes/aopv3.pdf>
- Minguez, V. (2010). *Net Development*. Recuperado el 20 de agosto de 2015, de <https://victorminguez.wordpress.com/2010/06/12/introduccion-a-la-programacion-orientada-a-aspectos-aop/>

- Iconix Brand Group. (2016). *Manual Introductorio de Iconix*. disponible en <http://ima.udg.edu/~sellares/EINF-ES2/Present1011/MetodoPesadesICONIX.pdf>
- Poy-Castro, R., Mendaña-Cuervo, C., & González, B. (2015). Diseño y evaluación de un juego serio para la formación de estudiantes universitarios en habilidades de trabajo en equipo. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (spe3), 71–83. <https://dx.doi.org/10.17013/risti.e3.71-83>
- Pons, C. G.-P. (2010). *Desarrollo de Software dirigido por modelos*. Mar del Plata: Editorial de la Universidad de la Plata.
- Páez, N. M. (2007). *Utilización de programación orientada a aspectos en aplicaciones enterprise*. Recuperado el 06 de 09 de 2015, de http://web.fi.uba.ar/~npaez/content/tesis_npaez.pdf
- Quezada, P., Garbajosa, J., & Enciso, L. (2016). *Use of standard and model based on BOK to evaluate professional and occupational profiles*. doi:10.1007/978-3-319-31232-3_27
- Quezada-Sarmiento, P., Enciso-Quispe, L., Garbajosa, J., & Washizaki, H. (2016). Curricular design based in bodies of knowledge: Engineering education for the innovation and the industry. Paper presented at the *Proceedings of 2016 SAI Computing Conference, SAI 2016*, (pp. 843-849). doi:10.1109/SAI.2016.7556077
- Quezada-Sarmiento, P. A., Mengual-Andrés, S., Enciso-Quispe, L., & Espinoza, V. (2017). Used and interaction in technological platforms of open source to improve the linguistic competence in computer engineers. In *Proceedings of Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI*, doi:10.23919/CISTI.2017.7975748
- Quezada P., Enciso.L. & Garbajosa, J. (2016). Use of body knowledge and cloud computing tools to develop software projects based in innovation. In *Proceedings of 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, (pp. 267-272). Abu Dhabi. doi: 10.1109/EDUCON.2016.747456 URL: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=7474564&isnumber=7474513>
- Quezada-Sarmiento, P. A., Chango-Cañaveral, P. M., López-Criollo, J., Pacheco-Viteri, F. A., & Enciso, L. (2017). Design of a wireless network of temperature and lighting sensor for gastronomic laboratories under the principles of agile scrum methodology. *Espacios*, 38(46).
- Sommerville I., (2005), *Software Engineering, (seventh ed)*. Pearson Addison Wesley.
- Salas, T. -R. (2010). *Revistas de Investigación UNMSM*. Obtenido de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/6191/5386>
- Vidal, C. L., Hernández, D. D., Pereira, C. A., & Del Río, M. C. (2012). Aplicación de la Modelación Orientada a Aspectos. *Información tecnológica*, 23(1), 3–12. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100002>

Políticas de Seguridad de la Información: Revisión Sistemática de las Teorías que Explican su Cumplimiento

Josue Ruben Altamirano Yupanqui¹, Sussy Bayona Oré¹

ruben.altamirano@hotmail.com, sbayonao@hotmail.com

¹ Unidad de Posgrado de la Facultad de Sistemas e Informática, Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM), Av. Germán Amézaga s/n, Lima, Perú.

DOI: 10.17013/risti.25.112-134

Resumen: Las políticas de seguridad de la información que implementan las organizaciones para protección de su información, es quizás uno de los temas que podría generar polémicas, debido a que a pesar de su existencia se producen violaciones a la seguridad de información, originadas por el factor humano. Los diferentes roles que desempeñan las personas, como: usuario final, administrador de equipos de seguridad, administrador de la información, supervisor de las políticas de seguridad, atacante a los sistemas de información, etc., tendrá un efecto y consecuencia diferente para cada caso. A través de la revisión sistemática de la literatura se ha encontrado que las teorías más relevantes que los autores están empleando en sus investigaciones relacionadas al cumplimiento de las políticas de seguridad están enfocadas a comprender el comportamiento humano a través de teorías psicológicas o sociales, lo cual conduce a tener un enfoque interdisciplinario que permita una visión global, no solo desde la perspectiva tecnológica, sino desde la perspectiva de otras disciplinas, que en su conjunto conlleve a un enfoque real del problema.

Palabras-clave: políticas de seguridad de información, revisión sistemática, cumplimiento

Information Security Policies: A Systematic Review of Theories Explaining Their Compliance

Abstract: The information security policies implemented by organizations to protect their information is perhaps one of the issues that could generate controversy, due to the fact that despite their existence there are violations of information security, caused by the human factor. The different roles that people play, such as: end user, security team administrator, information administrator, security policy supervisor, information system attacker, etc., will have a different effect and consequence for each case. Through the systematic literature review it has been found that the most relevant theories that the authors are employing in their investigations related to compliance with security policies are focused on understanding human behavior through psychological or social theories,

which leads to an interdisciplinary approach that allows a global vision, not only from a technological perspective, but from the perspective of other disciplines, which together lead to a real approach to the problem.

Keywords: Information Security Policies, Systematic review, Compliance

1. Introducción

Las organizaciones públicas o privadas, implementan políticas de seguridad informáticas con el fin de proteger su información. Marcinkowski y Stanton (2003) señalaron que la política de seguridad de la información está en el corazón de los enfoques de muchas organizaciones para reforzar las conductas deseables de seguridad de la información y reforzar las restricciones contra los comportamientos de seguridad indeseables (p.2527). Según Alnatheer (2015), una política de seguridad es una parte esencial de las prácticas de seguridad dentro de las organizaciones y podría tener un impacto sustancial en su seguridad organizacional (p.1). “Sin una política, las prácticas de seguridad se desarrollarán sin una delimitación clara de los objetivos y responsabilidades” (Higgins, 1999, p.1; citado en Alnatheer, 2015, p.1).

Sin embargo, considerar que la protección de la seguridad de la información, a través de sus políticas, se llevaría a cabo solo a través de una perspectiva tecnológica, tendría un enfoque incompleto, pues los estudios que se han realizado a la fecha, demuestran que es necesario tener una visión amplia a través de un enfoque interdisciplinario, donde el principal factor, el humano, juega un papel fundamental. Tal es así, que en un reporte de Gartner (2014), menciona que las empresas deben adoptar un enfoque multifacético, apalancando personas, procesos y tecnología juntas, para crear comunidades de confianza respaldadas por la supervisión y el análisis (Walls, 2014, p.6). La tecnología no puede garantizar únicamente un entorno seguro para la información; deben tenerse en cuenta los aspectos humanos de la seguridad de la información, además de los aspectos tecnológicos (Sohrabi Safa, Solms & Furnell, 2016, p.2). Por lo tanto, las amenazas a la seguridad de la información no pueden prevenirse, evitarse, detectarse o eliminarse concentrándose únicamente en soluciones tecnológicas (Parsons, McCormac, Butavicius, Pattinson & Jerram, 2014, p.1). Por ejemplo, respecto a la importancia del factor humano dentro de las organizaciones, los datos del 2015 de Forrester, señalan que el 39% de los tomadores de decisiones empresariales y tecnológicas de Norteamérica y Europa en firmas con 20 o más empleados que tuvieron una violación de seguridad en los últimos 12 meses dijeron que los incidentes internos dentro de su organización eran una de las maneras más comunes en que las violaciones ocurrieron (citado en Kindervag, Shey & Mak, 2016, p.3). Afirmación que coincide con un reporte de investigación de la empresa de seguridad Imperva (2016), en la que indica que les resulta preocupante que muchas brechas significativas en los datos son en última instancia en el “trabajo interno”. Los iniciados, ya sean empleados, contratistas, socios comerciales o socios, representan el mayor riesgo para los datos empresariales, ya que por definición se les otorga acceso confiable a datos confidenciales (Imperva, 2016, p.2).

Por otro lado, el objetivo de asegurar la información está, en cierta medida, en conflicto con los objetivos comerciales normales de maximizar la productividad y minimizar el costo; la seguridad se ve a menudo como perjudicial para los objetivos empresariales porque hace que los sistemas sean menos utilizables (Niekerk y Solms, 2009; citado en

Van Niekerk & Von R., 2010, p.476) el único sistema absolutamente seguro es inutilizable (Wood, 2005, p.224, citado en Van Niekerk & Von R., 2010, p.476). Por ejemplo, en un reporte de la empresa de seguridad SANS, señala que uno de los desafíos que enfrentan los profesionales de la seguridad es el desarrollo de criterios de justificación de costos para invertir en contramedidas. Imagínese escuchar esta declaración: “El año pasado te dimos dinero por seguridad, y no pasó nada. ¿Por qué deberíamos darle más el próximo año? “, “Bien... Porque no pasó nada” (Mark Hardy, G., 2014, p.9).

El incumplimiento total o parcial de las políticas de seguridad informáticas, violaciones a los sistemas de información, conllevan a pérdidas económicas o de imagen de la organización, los cuales son significativas. Por ejemplo, según AT&T Cybersecurity Insights (2017), espera que los daños causados por los delitos cibernéticos lleguen a los 6 trillones de dólares anuales para el año 2021, representando la mayor transferencia de riqueza económica de la historia y los riesgos de incentivos para la innovación y la inversión. Para IBM y Ponemon Institute (2016) el costo total promedio de una violación de datos para las 383 empresas que participaron en su investigación aumentó de \$ 3,79 a \$ 4 millones y el costo promedio pagado por cada registro perdido o robado que contenía información sensible y confidencial aumentó de \$ 154 en 2015 a \$ 158 en el estudio de este año. Kaspersky Lab (2017) sostiene que en promedio las empresas pagan US\$ 551 000 para recuperarse de una violación de seguridad y que las PYMES gastan 38K. Este es el gasto directo necesario para recuperarse de un ataque.

Este escenario, pone en evidencia la importancia de las políticas de seguridad en las organizaciones, por lo que una Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) fue desarrollada en el presente documento para recolectar y analizar documentos de investigación realizadas a la fecha. En ese sentido, el presente documento tiene la siguiente estructura: la primera parte se describe de manera general la situación, problemática e impacto en las organizaciones cuyas políticas de seguridad fueron vulneradas; la segunda parte, se presenta el marco teórico necesario para comprender las teorías o conceptos relacionadas a las políticas de seguridad; en la tercera, se presenta la revisión sistemática de la literatura (RSL) como metodología empleada, su aplicación permitió la recopilación de los artículos científicos que fueron analizados y cuyos resultados de análisis son presentados.

Este trabajo es motivado por el aporte y utilidad que puede significar a los profesionales en seguridad de la información, debido a la necesidad creciente de cerrar brechas de seguridad que se originan en ataques focalizados al usuario, como por ejemplo a través de trampas de ingeniería social y que sumados a que casi todo lo utilizado por el atacante es ahora descartable genera la percepción de que ahora los atacantes avancen a un ritmo que los defensores nunca podrán alcanzar (Arbor Networks, 2017, pp. 3-4), por lo que se hace necesaria contrarestarla a través del establecimiento de políticas de seguridad que impliquen el conocimiento del comportamiento del usuario para su cumplimiento.

Este artículo esta estructurado en 6 secciones que incluye la Introducción. En la sección 2 se presenta los temas relacionados. En la sección 3 se presenta la metodología utilizada para la revisión sistemática de la literatura. En la sección 4 se presenta los resultados de la revisión sistemática. En la sección 5 se discuten los resultados y finalmente en la sección 6 se presenta las conclusiones.

2. Marco Teórico

La mayoría de las organizaciones, tienen políticas de seguridad para proteger la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los recursos de información. Las organizaciones desarrollan políticas y procedimientos de seguridad de la información derivados de esas políticas con la intención de mitigar los riesgos operacionales asociados con los muchos usos de los sistemas de información dentro de la empresa (Bjork, 1975; Dorey, 1991, Madnick, 1978; Moore, 2003; Schweitzer, 1990; citado por Marcinkowski y Stanton, 2003, p.2528).

Sin embargo, aparte de los controles técnicos habituales, también existe una considerable dependencia de la participación humana y este factor humano en la seguridad de la información está directamente relacionado con el comportamiento y el conocimiento humano (Kruger, Drevin, Flowerday & Steyn, 2011, p.1). Según Ahmed et al (2012) señalaron que la comunidad de investigadores de seguridad han reconocido que el comportamiento humano tiene un papel crucial en muchos fallos de seguridad, en la literatura sobre seguridad de la información, a los humanos se les suele llamar el eslabón más débil de la cadena de seguridad. Investigadores como Vroom y von Solms (2004), Stanton et al. (2005), y Pahlila et al. (2007) señalaron que es probable que las organizaciones que presten atención a los medios técnicos y no técnicos de proteger sus activos y recursos de SI (Sistemas de Información) tengan más éxito en sus intentos de proteger sus activos clave de SI (Citado en Ifindeo, 2011, p.83).

Muchos investigadores han tratado de examinar el cumplimiento de ISP (Políticas de Seguridad de la Información) en las organizaciones mediante la aplicación de varias teorías, tales como la teoría de la disuasión general (GDT), la teoría de la protección de la motivación (PMT), la teoría del comportamiento planificado (TPB), la teoría de la agencia y la teoría de la elección racional (Han, Kim & Hyungjin Kim, 2016, p.5) entre otros. En tal sentido, describiremos brevemente conceptos o teorías de mayor uso por los autores de los documentos de investigación, con el fin de que se tenga una mejor apreciación en los resultados de la presente investigación.

2.1. Seguridad de la información y Política de Seguridad

Según la definición del ISO-27000, una declaración de política define un compromiso general, dirección o intención. Una declaración de política de seguridad de la información debe expresar el compromiso formal de la administración para la implementación y mejora de su sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI) y debe incluir objetivos de seguridad de la información o facilitar su desarrollo. Según la definición del ISO-27000, el propósito de la seguridad de la información es proteger y preservar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información. También puede implicar proteger y preservar la autenticidad y fiabilidad de la información y garantizar que las entidades puedan ser consideradas responsables.

2.2. Teorías que explican el cumplimiento

Diversos autores han realizado, y seguirán realizando, combinaciones de diversas teorías/técnicas para analizar las violaciones a las políticas de seguridad de los sistemas de información, que se originan por la conducta humana. Por otro lado, no podemos dejar

de considerar que a través de la investigación se genera nuevo conocimiento, por lo que podrían establecerse nuevas teorías/técnicas, y por consiguiente se tendrían nuevas combinaciones de teorías/técnicas, en un bucle sin fin. En ese sentido, describir todas las teorías/técnicas escaparía al objetivo del presente trabajo, por lo que solo se mencionarán las más frecuentes y algunas de menor frecuencia a efectos de comparación de conceptos.

2.2.1. Theory of Planned Behavior (TPB)

La Teoría del Comportamiento Planificado propuesto por Ajzen (citado en Ifinedo, P., 2014, p.70), postula que el comportamiento individual está influenciado por la actitud, las normas subjetivas y el control de comportamiento percibido. La actitud se define como los sentimientos positivos o negativos del individuo hacia la participación en un comportamiento especificado. Las normas subjetivas describen la percepción de un individuo de lo que las personas importantes para ellos piensan acerca de un comportamiento dado. El control cognitivo percibido se define como las creencias del individuo con respecto a la eficacia y los recursos necesarios para facilitar un comportamiento. La TPB fue desarrollada de la Theory of Reasoned Action (Teoría de la Acción Razonada).

2.2.2. Protection motivational theory (PMT)

La University of Twente (University of Twenty, 2017) sostiene que la Teoría de Protección de motivación (PMT) originalmente proponía proporcionar claridad conceptual para la comprensión de las apelaciones al miedo. Una revisión posterior de la Teoría de Protección de motivación amplió la teoría a una teoría más general de la comunicación persuasiva, con énfasis en los procesos cognitivos que median en el cambio de comportamiento. La PMT propone que la intención de proteger a uno mismo depende de cuatro factores: (1) la percepción de la gravedad de la amenaza de un evento (por ejemplo, un ataque al corazón), (2) la probabilidad percibida de la aparición, o vulnerabilidad (en este ejemplo, la vulnerabilidad percibida del individuo al escuchar un ataque), (3) la eficacia de la conducta preventiva recomendada (la percepción de la eficacia de respuesta), y (4) la percepción de auto-eficacia (es decir, el nivel de confianza en la propia capacidad para llevar a cabo el comportamiento preventivo recomendado).

2.2.3. Social bond theory (SBT)

La Teoría del Enlace Social, (Hirschi, T., 2002; citado Ifinedo, 2014, p.70) describe las vinculaciones o vínculos sociales que las personas tienen con su grupo. Hirschi (2002; citado en Ifinedo, 2014, p.70), presenta cuatro vínculos mediante los cuales se promueven la socialización y la conformidad: Apego, compromiso, participación y normas personales. La teoría postula que cuando las personas se basan en tales vínculos, su deseo de entrar en comportamientos antisociales o anti-establecimiento se reduce (Ifinedo, 2014, p.70).

2.2.4. Theory of Reasoned Action (TRA)

La Teoría de la Acción Razonada ha sido encontrado ser muy útil en la predicción de comportamiento. Sugiere que cuanto más fuerte sea la intención de involucrarse en un comportamiento, mayor será la probabilidad de que se lleve a cabo el comportamiento. En el contexto del cumplimiento de las políticas de seguridad de la información, la actitud de

un empleado hacia el cumplimiento de estas políticas combinadas con las normas sociales llevará al empleado a la intención de cumplir con las políticas de seguridad; Llevando al cumplimiento real de las políticas (Siponen M. Mahmood A. & Pahlila S., 2014, p.219).

2.2.5. Social Engineering

Las técnicas de ingeniería social realizadas por hackers educados, explotan tres elementos principales, a saber: 1) factores humanos, 2) aspectos organizativos y 3) controles tecnológicos (Frauenstein & von Solms, 2009; citado en Vouren, Kritzingen & Mueller, 2015, p.127). Las dimensiones tecnológicas normalmente implican software anti-phishing, filtros de spam, cortafuegos, etc. La dimensión humana requiere conciencia y educación eficaces para ayudar a fortalecer el “firewall humano” e idealmente cultivar una cultura de comportamiento de seguridad de la información. Por otra parte, las medidas organizativas sólidas, por ejemplo, políticas y procedimientos, deben estar en su lugar para poner todo en perspectiva. De estas dimensiones, el factor humano es probablemente el más importante ya que este es el área que el phishing expone más (Frauenstein & von Solms, 2009, p.6).

2.2.6. Social Cognitive Theory (SCT)

La Teoría Social Cognitiva, (Bandura A, 2009; citado en Ifinedo, 2014, p.70), es una premisa relevante para explicar el comportamiento humano. SCT permite que se estudie la interacción simultánea y dinámica entre factores sociales y personales. SCT postula que los individuos están activamente comprometidos en su propio desarrollo y obtener los resultados deseados cuando creen que sus acciones están bajo su propio control, (Bandura A, 2009; citado en Ifinedo, 2014, p.70). En consecuencia, (Workman et al., 2008, citado en Ifinedo, 2014, p.70) descompone el SCT en dos elementos principales:

- Locus of control (Workman et al., 2008, citado en Ifinedo, 2014, p.70), el lugar de control, se refiere al grado en que un individuo cree que él o ella tiene la capacidad de controlar los eventos que directa o indirectamente los afectan. Rotter, sugirió que las personas que creen que controlan su propio destino aceptarán la responsabilidad de sus acciones. Esencialmente, las personas que sienten que los resultados están fuera de su control pueden desplazar la responsabilidad de sus acciones hacia los demás (1966, citado en Ifinedo, 2014, p.70).
- Self-efficacy (Bandura A, 2009; citado en Ifinedo, 2014, p.70), la auto-eficacia, simplemente se refiere a la creencia de los individuos en sus propias competencias y capacidades.

2.2.7. Cognitive Evaluation Theory (CET)

La Teoría de la Evaluación Cognitiva fue diseñada para predecir los efectos perjudiciales de las recompensas sobre la motivación intrínseca, especialmente cuando las recompensas eran tangibles (por ejemplo, premios o premios). Según el CET, las recompensas actúan negativamente cuando se las interpreta como una herramienta para controlar el comportamiento (porque los receptores se sienten controlados y sus sentimientos de autodeterminación y autonomía disminuirán). La CET también predice los efectos positivos de las recompensas, especialmente las recompensas verbales, en la motivación intrínseca (Siponen M. Mahmood A. & Pahlila S., 2014, p.219).

3. Metodología

La revisión sistemática desarrollada en el presente documento ha tomado como referencia la estructura propuesta de Barbara Kitchenham (Kitchenham , 2004) y como complemento o aclaración de la parte conceptual se utilizó el Manual Cochrane de revisiones sistemáticas de intervenciones (Centro Cochrane Iberoamericano, 2011). El protocolo de revisión sistemática empleada para la presente investigación es señalado gráficamente en la Figura 1, donde se indica la secuencia de ejecución y los procesos involucrados. Los resultados serán señalados en el desarrollo del presente documento.

La pregunta de investigación que se plantea es:

RQ1= ¿Cuáles son las teorías o conceptos que explican el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información que implementan las organizaciones para proteger su información?

La pregunta de investigación planteada fue desarrollada aplicando el método PICO (Participantes, Intervenciones, Comparaciones y Outcome (Desenlaces)) descrito por Centro Cochrane Iberoamericano (2011, p.106).

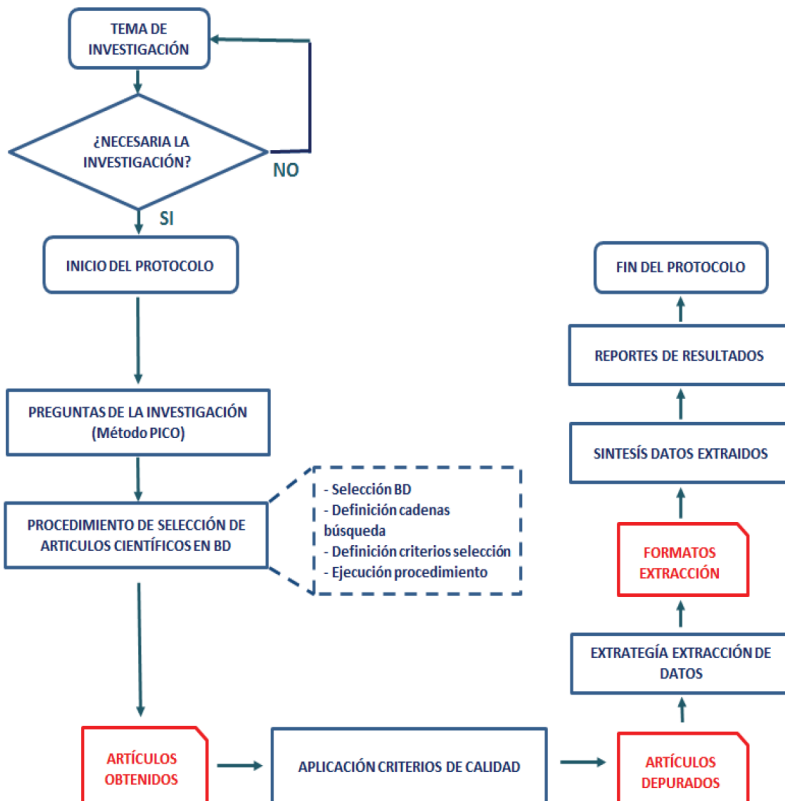


Figura 1 – Diagrama del protocolo de Revisión Sistemática

3.1. Proceso de búsqueda

Las revisiones sistemáticas requieren de una búsqueda amplia, objetiva y reproducible de una gama de fuentes, para identificar tantos estudios relacionados como sea posible (dentro del límite de los recursos) (Centro Cochrane Iberoamericano, 2011, p.121). Sin embargo, es necesario hacer un balance entre esforzarse por la extensión y mantener la relevancia cuando se desarrolla una estrategia de búsqueda, pues aumentar la extensión (o sensibilidad) de una búsqueda se reducirá su precisión y se recuperarán más artículos que no son relevantes (Centro Cochrane Iberoamericano, p.147). Bajo estos considerandos se tomaron cuatro bases de datos, como fuentes potenciales de información según se describe en la Tabla 1. Para cada motor de búsqueda utilizado en las bases de datos seleccionadas, dada su particularidad forma de operación, se acondicionaron las cadenas de búsquedas, con el criterio de mantener inalterable las palabras claves definidas y que originan la cadena de búsqueda. En todas las bases de datos se utilizó la opción de búsqueda avanzada.

Los criterios de inclusión son: - Publicaciones del año 2000 al 2017, - Tipo documentos: journals, Magazines, Conference Publications o publicaciones academicas (arbitradas), Sources: Business, Management and Accounting, Computer Science, Engineering y estén publicados en Ingles. Los criterios de exclusion son: Documentos sin resultados experimentales y Documentos de literatura secundaria.

Base de datos	Palabras Claves	Cadena de búsqueda aplicado
IEEE Xplore: http://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp		Document title: (((“Document Title”:(informat* securit* cultur*)) OR “Document Title”:”information security policies”) OR “Document Title”:”security culture”) OR Abstract: (factor accept reject* barrier people human)
ScienceDirect: http://www.sciencedirect.com/	Kw01 = informat* Kw02 = securit* Kw03 = cultur* Kw04 = directive Kw05 = polit* Kw06 = factor Kw07 = accept Kw08 = reject* Kw09 = barrier Kw10 = people Kw11 = human	TITLE ((informat* AND securit*) OR (securit* AND cultur*) OR (informat* AND securit* AND cultur*)) AND ABSTRACT (factor OR accept OR reject* OR barrier OR people OR human)
Springer Link https://link.springer.com/		with the exact phrase: informat* securit* cultur* with at least one of the words: directive polit* factor accept reject* barrier people human
EBSCO: https://www.ebscohost.com/		Titulo: ((informat* AND securit*) OR (securit* AND cultur*) OR (informat* AND securit* AND cultur*)) AND Resumen: (factor OR accept OR reject* OR barrier OR people OR human)

Tabla 1 – Parámetros para el proceso de búsqueda

Respecto a las cadenas de búsqueda, estas fueron generadas mediante la combinación de palabras claves y la combinación de conectores lógicos “AND” y “OR”, las palabras claves fueron obtenidas con base a la pregunta de investigación definida para el presente estudio, se consideraron los sinónimos. Todas las palabras claves y sus derivadas fueron

consideradas en el idioma inglés, dado que en dicho idioma existen la mayor cantidad de investigaciones publicadas. Los criterios de selección, cadenas de búsqueda adaptadas según particularidad de cada base de datos, empleados en la presente investigación están indicados también en la Tabla 1. Mediante la exploración en Google, dos (2) artículos fueron posteriormente adicionados (S1 y S2), a los cuales también les fueron aplicados los criterios de calidad establecidos. Estos dos artículos son también mostrados en la Tabla 2.

3.1.1. Procedimiento de selección realizado

El procedimiento que se ha seguido consta de los siguientes pasos:

Paso 1: Con base a los parámetros definidos en Tabla 1, se encontraron artículos que fueron guardados en un repositorio, programa Zotero.

Paso 2: Depuración de los artículos duplicados, encontrados en el Paso 1, a través del programa Zotero.

Paso 3: Depuración de artículos resultantes del paso anterior, cuyo título, palabras claves o resumen, no tengan una relación directa con nuestra pregunta de investigación.

Paso 4: Depuración de artículos resultantes del paso anterior, cuyo contenido no guarden relación directa con nuestra pregunta de investigación.

Paso 5: En la Tabla 2 se registraron los resultados obtenidos.

Base de datos	Fecha de extracción	Paso 1	Paso 2	Paso 3	Paso 4
IEEE Xplore	2017-05-05	70	70	23	2
ScienceDirect	2017-05-05	136	136	10	13
Springer Link	2017-05-05	67	67	7	1
EBSCO	2017-05-05	149	149	10	3
Google	2017-05-05				2
Total de artículos seleccionados (*)					21

Tabla 2 – Documentos seleccionados Revisión Sistemática

3.1.2. Proceso de calidad de los estudios

La evaluación de la calidad de los estudios, se realizó mediante la aplicación de los criterios de calidad “Quality assessment” empleado por Kitchenham B., Brereton O., Budgen D., Turner M., Bailey J. & Linkman S (2009, p.9), según:

EQ1= ¿Se describen apropiadamente los criterios de inclusión y exclusión de la Investigación?

Evaluación: (Y= si, N=no, P = parcialmente)

EQ2= ¿Es probable que la investigación bibliográfica cubra todos los estudios pertinentes?

Evaluación: (Los autores han buscado artículos: Y= ≥ 4 + adicional estrategias, N=3 o 4 sin extra, P = 2 o conjunto restringido de revistas)

EQ3= ¿Los evaluadores evaluaron la calidad/validez de los estudios incluidos?

Evaluación: (Y= Los autores definieron explícitamente los criterios calidad, N=no es explícita, P = la pregunta de investigación involucra cuestiones de calidad)

EQ4= ¿Fueron adecuadamente descritos los datos/estudios básicos?

Evaluación: (Y= información sobre cada estudio, N=no especifica resultados de estudios primarios individuales, P =información resumida de estudios primarios)

Los resultados de esta evaluación son mostrados en la Tabla 3 que es una adaptación de la Table 3 de Kitchenham B. et al (2009) quien consideró los siguientes puntajes: Y=1, P=0,5, N=0. En el Anexo 1 se muestra a detalle la lista de los 21 artículos primarios.

Doc	QA1	QA2	QA3	QA4	Puntaje
S1	Y	P	Y	P	3
S2	Y	Y	P	Y	3.5
S3	Y	Y	P	Y	3.5
S4	Y	Y	P	Y	3.5
S5	Y	Y	Y	Y	4
s6	Y	P	Y	Y	3.5
S7	Y	Y	Y	Y	4
S8	Y	Y	Y	Y	4
S9	Y	Y	Y	Y	4
S10	Y	P	Y	Y	3.5
S11	Y	Y	Y	Y	4
S12	Y	Y	Y	P	3.5
S13	Y	Y	Y	Y	4
S14	Y	Y	Y	Y	4
S15	Y	Y	Y	Y	4
S16	Y	Y	Y	Y	4
S17	Y	Y	Y	P	3.5
S18	Y	Y	Y	Y	4
S19	Y	Y	Y	Y	4
S20	Y	Y	Y	Y	4
S21	Y	Y	Y	Y	4

Tabla 3 – Resultados de aplicación de los criterios de calidad

3.1.3. Proceso de extracción de datos

Los artículos primarios fueron utilizados para el proceso de extracción de datos, obteniéndose información relevante, tales como: título, autor(es), año de publicación, país donde se realizó el estudio, muestra, tipo de investigación, teoría empleada. El registro de los datos extraídos fue realizado a través de la aplicación Microsoft Excel, lo cual permitió su uso posterior para la comparación de los artículos y análisis correspondiente, con lo cual se dio respuesta a la pregunta de investigación del presente documento. Como información complementaria también se almacenaron los artículos completos en formato PDF.

4. Resultados

De los 21 artículos bajo estudio, desde el año 2014, se ha tenido un promedio de cuatro artículos publicados por año, salvo el 2016, pero que sin embargo, al cierre del año 2017 se podría tener mayor cantidad de artículos publicados, debido a que estamos a mitad de año, y es probable que el número de publicaciones se incremente.

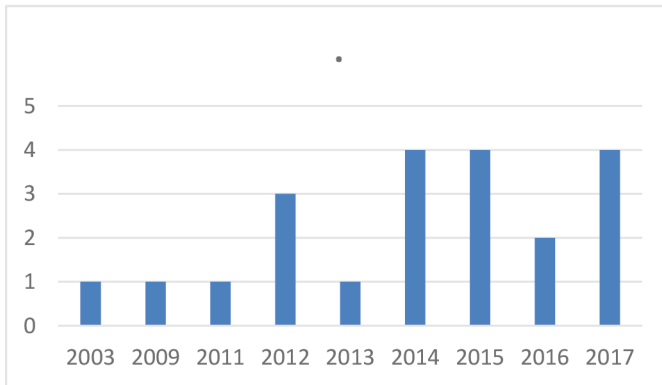


Figura 2 – Artículos primarios publicados por año

En lo que respecta a los lugares donde se llevó a cabo la investigación llama la atención que no se hayan encontrado estudios realizados para organizaciones de América del Sur o Centro.

Teorías empleadas en los artículos primarios

De los 21 artículos primarios bajo estudio, se han identificado 46 teorías o conceptos que son mostradas en la Tabla 4. Como se puede apreciar en la Tabla 4, la mayoría de las teorías más comunes se centran en la comprensión del comportamiento humano a través de teorías psicológicas o sociales que van más allá de la mera perspectiva tecnológica, debido a que el comportamiento humano es crucial en muchos fallos de seguridad y es considerado como el eslabón más débil de la cadena de seguridad (Ahmed M., et. al, 2012, p.82). Por lo que los atacantes, conocedores de esta situación, evaden los perímetros de seguridad de defensa casa vez mejor en estos días y dirigen sus ataques contra algo que ya esta en su red interna: los empleados (Arbor Networks, 2017, p. 10).

	Teoría Empleada	Ocurrencias	Artículos	Año	
1	Accountability theory	1	S13	2017	
2	Anticipated regret	1	S19	2015	
3	Cognitive evaluation theory (CET)	1	S6	2014	
4	Critical incidents technique	1	S2	2009	
5	Cultural factors	1	S10	2011	
6	Factor trust	1	S14	2015	
7	Framework cross-cultural dimensions	1	S5	2014	
8	Habit theory	1	S15	2012	
9	Human aspects of information security questionnaire (HAIS-Q)	1	S9	2014	
10	Information protection culture	1	S7	2015	
11	Information security policy	1	S21	2017	
12	Involvement theory	1	S11	2016	
13	Network effects	1	S13	2017	
14	Organizational climate (OC)	1	S20	2016	
15	Practice theory	1	S17	2017	
16	Privacy principles	1	S7	2015	
17	Psychological contract	1	S12	2017	
18	Regulatory focus theory	1	S1	2003	
19	Repertory grids technique	1	S2	2009	
20	Social cognitive theory (SCT)	1	S4	2014	
21	Social engineering	1	S14	2015	
22	Social pressure	1	S18	2013	
23	Sociology of translation	1	S17	2017	
24	Theory of knowledge sharing	1	S5	2014	
25	Theory of reasoned action (TRA) [Evolucionó a TPB]]	1	S6	2014	
26	Theory on dimensions of power (Hardy's, 1996)	1	S16	2012	
27	Twenty statements test (TST)	1	S2	2009	
28	General deterrence theory (GDT)	2	S18 S20	2013	2016
29	Information security culture	2	S7 S8	2015	2015
30	Management information systems	2	S17 S21	2017	2017
31	Rational choice theory (RCT)	2	S12 S20	2017	2016
32	Social bond theory (SBT)	3	S4 S11 S18	2014	2016
33	Protection motivation theory (PMT)	4	S3 S6 S15 S19	2012	2014
34	Theory of planned behavior (TPB)	4	S3 S4 S13 S19	2012	2014
Total :		46	21		

Tabla 4 – Frecuencia de las teorías/técnicas empleadas

El detalle de la codificación de los artículos, tipo de publicación, tipo de investigación, entre otros, son mostrados en la Tabla 5. Dichas teorías o conceptos, han sido utilizados por los autores de los artículos primarios, para la generación de su modelo y la posterior validación de sus hipótesis a través de investigaciones en su mayoría cuantitativa mediante el uso de encuestas vía correo electrónico o página web.

De las teorías o conceptos, utilizadas por los autores, para explicar el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información, se ha encontrado que “Theory of Planned Behavior (TPB)” junto con la “Protection Motivation Theory (PMT)” son las de mayor uso (utilizados en cuatro artículos), la “Social bond Theory (SBT)” fue utilizado en tres artículos, mientras que la “General deterrence theory (GDT)”, “Information security culture”, “Management information systems” y “Rational choice theory (RCT)”, fueron utilizados en dos artículos. Sin embargo, considerando que la “Theory of reasoned action (TRA)” es un antecesor de “Theory of Planned Behavior (TPB)”, se tendría que esta última es la más utilizada.

5. Discusión de Resultados

El análisis de los 21 estudios primarios, ha permitido identificar 46 teorías o conceptos que han utilizado los autores de los artículos primarios para explicar y proponer modelos que expliquen el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información en las organizaciones. De todas estas teorías, la “Theory of Planned Behavior (TPB)” junto “Protection Motivation Theory (PMT)” son las que han tenido mayor uso, mientras que la “Social bond Theory (SBT)”, “General deterrence theory (GDT)”, “Information security culture”, “Management information systems” y “Rational choice theory (RCT)” fueron utilizados en al menos dos artículos. Sin embargo, algo en común que tienen estas teorías es que están enfocadas a estudiar, comprender y predecir el comportamiento del ser humano, debido a que el comportamiento humano es crucial en muchos fallos de seguridad y es considerado como el eslabón más débil de la cadena de seguridad (Ahmed M., et. al, 2012, p.82). El agente humano, de manera intencional o no intencional, se involucra en comportamientos mal prescritos que pueden poner en peligro los recursos de la organización IS (Harris & Furnell, 2012; Hu et al., 2011; Ifinedo, 2014; Pahlila et al., 2007; Siponen & Vance, 2010; Stanton et al., 2005; citado en Ifinedo, P., 2016, p.31).

Esta situación pone de manifiesto el enfoque interdisciplinario que indirectamente están evidenciando los autores de los artículos bajo análisis, haciéndose necesario una visión global, no solo desde la perspectiva tecnológica, sino también desde la perspectiva de otras disciplinas, como la social o psicológica, o tal vez otras más, que en su conjunto conlleve a un enfoque real del problema.

La transición hacia una verdadera visión interdisciplinar ocurre según Agazzi (2002) cuando, dentro de cada disciplina, se despierta una reflexión filosófica que lleva a percibir una exigencia de unidad, es decir a no considerar su propio discurso como cerrado y autónomo, sino como una voz específica dentro de un concierto. Hemos dicho que se trata de una reflexión filosófica, y esto se justifica considerando que es filosófico (y más precisamente epistemológico) el trabajo mediante el cual se aseguran las “condiciones preliminares” discutidas arriba, así como la toma de conciencia de la parcialidad de las diferentes ópticas disciplinares respecto al “punto de vista de la totalidad”. Es también

Item	Año	Tipo publicación	Tipo investigación	Instrumento	Ubicación	Teoría / concepto empleada
S1	2003	Conference	Exploratorio ISP	ISP disponible en internet	USA - New York	Regulatory focus theory
						Twenty statements test (TST)
S2	2009	Conference	Cualitativa	Entrevistas y focus group	No indica	Repertory grids technique
						Critical incidents technique
S3	2012	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Canada	Protection motivation theory (PMT)
						Theory of planned behavior (TPB)
						Theory of planned behavior (TPB)
S4	2014	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Canada	Social cognitive theory (SCT)
						Social bond theory (SBT)
S5	2014	Article	Mixta	Entrevistas y encuestas	USA y Suecia	Theory of knowledge sharing
						Framework cross-cultural dimensions
						Protection motivation theory (PMT)
S6	2014	Article	Cuantitativa	Cuestionario web	Finlandia	Theory of reasoned action (TRA) [Evolucionó a TPB]
						Cognitive evaluation theory (CET)
S7	2015	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Países - 12	Information protection culture
						Information security culture
						Privacy principles
S8	2015	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Países - Varios	Information security culture
S9	2014	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Australia	Human aspects of information security questionnaire (HAIS-Q)
S10	2011	Conference	Cuantitativa	Cuestionarios web	Sudafrica	Cultural factors
S11	2016	Article	Cuantitativa	Cuestionario por email	Malasia	Social bond theory (SBT)
						Involvement theory

Item	Año	Tipo publicación	Tipo investigación	Instrumento	Ubicación	Teoría / concepto empleada
S12	2017	Article	Cuantitativa	Cuestionarios web	No indica	Rational choice theory (RCT) Psychological contract
S13	2017	Article	Cuantitativa	Encuesta web	Vietnam - Sudeste de Asia	Theory of planned behavior (TPB) Accountability theory, Network effects
S14	2015	Conference	Mixta	Mixto: Entrevistas y encuestas web	Sudafrica	Social engineering , Factor trust
S15	2012	Article	Cuantitativa	Cuestionarios web	Finlandia	Protection motivation theory (PMT) Habit theory
S16	2012	Article	Cualitativa	Caso de estudio	Suecia	Theory on dimensions of power (Hardy's, 1996)
S17	2017	Article	Cualitativa	Ethnographic approach	No indica	Management information systems Practice theory Sociology of translation
S18	2013	Article	Cuantitativa	Cuestionarios web y físicos	China	General deterrence theory (GDT) Social bond theory (SBT) Social pressure
S19	2015	Article	Cuantitativa	cuestionarios via email	Suecia	Theory of planned behavior (TPB) Protection motivation theory (PMT) Anticipated regret
S20	2016	Article	Cuantitativa	Cuestionarios por email	Canada	General deterrence theory (GDT) Rational choice theory (RCT) Organizational climate (OC)
S21	2017	Article	Cuantitativa	Cuestionario	Palestina - Franja de Gaza	Information security policy Management information systems

Tabla 5 – Teorías empleadas en los artículos primarios

de índole filosófica la capacidad hermenéutica que se necesita para “interpretar” dentro del propio lenguaje, sin traicionar su sentido, los discursos de las otras disciplinas. El uso sabio de esta actitud hermenéutica permite un intercambio continuo de un discurso a otro que elimina poco a poco las “equivocaciones” (p.249).

Respecto a las otras teorías o conceptos restantes, señaladas en la Fig. N° 02, se aprecia nuevamente que en su mayoría, están orientadas a explicar o predecir el comportamiento humano para el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información; sin embargo, aunque varios estudios han examinado factores sociales como antecedentes o moderadores del cumplimiento del ISP (Bulgurcu et al., 2009, Herath y Rao, 2009, Myyry et al., 2009), estos esfuerzos son insuficientes para construir una base teórica sustancial (Young J., et al, 2016, p4).

En lo que respecta a los resultados del presente trabajo, es importante indicar que el estudio ha sido limitado a conocer las teorías más relevantes que emplean los autores para proponer modelos que expliquen el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información en las organizaciones. Un estudio posterior, podría realizarse integrando estas teorías para proponer un modelo que permita identificar los factores relevantes de dicha integración, bajo un enfoque social, psicológico, cultural, tecnológico, de gestión, entre otros.

6. Futuros trabajos:

En la Figura 3 se muestra un esquema de trabajo que integre varias disciplinas, en la que el factor “Personas” es la base del esquema, pero sin descuidar los otros aspectos tales como el de tecnología, gestión, infraestructura, entre otros, se propone como futuros trabajos. El esquema presentado se interpreta como:

- El aspecto humano, según el rol que desempeñe en la disciplina o actividad (usuario, tecnológico, ciudadano, empleado, etc.) tendrá una visión diferente en aspectos de seguridad y por tanto en el cumplimiento de las políticas de seguridad. Este es el enfoque de la “perspectiva interdisciplinaria” que se muestra en el esquema.
- El aspecto “infraestructura tecnológica”, esta referida a los mecanismos de seguridad y control que se implementan a través de la tecnología TI.
- El aspecto “políticas de seguridad” esta referida como el regulador en el comportamiento de las “personas” y en los requisitos que debe considerar la implementación de una “infraestructura tecnológica”.
- La relación de estos tres aspectos, “políticas de seguridad”, “infraestructura tecnológica” y “perspectiva interdisciplinaria”, se consideraran necesarias para que exista un adecuado establecimiento de las políticas de seguridad, en la que considere todos estos aspectos.

La tarea para el investigador, sería la de encontrar los factores o mecanismos que conlleven a una unificación de estos aspectos, manteniendo una actualización contantes, debido a la creación de nuevas formas de ataques, surgimiento de nuevas tecnologías y por que no decirlo, por la rotación del personal.

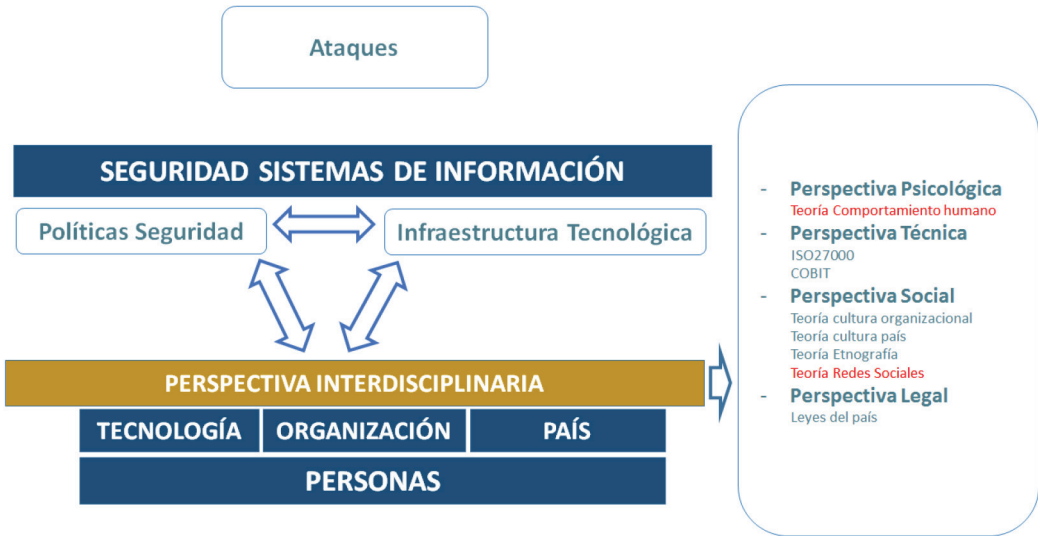


Figura 3 – Propuesta de estudios futuros

7. Conclusiones

Entender las teorías que permiten el cumplimiento de las políticas de seguridad de la información de la organización, desde una perspectiva interdisciplinaria, es clave para el resguardo de la información, lo cual podría evitar (Chang S.E., et al, 2015) que las organizaciones tiendan a implementar una gran cantidad de controles de seguridad para proteger sus activos de los empleados, mediante el seguimiento de cada una de sus acciones, lo cual conduce a sentimientos negativos de los empleados sobre la confianza y puede dañar / poner en peligro significativamente la relación de confianza entre las organizaciones y sus empleados (citado en Vuuren, et al., 2015, p.126). Los resultados de la revisión sistemática, en donde las teorías están enfocadas al factor humano, guardan relación con el rol que desempeña el ser humano, pues según los diferentes roles que desempeña (como atacante o protector de la información, como usuario o como administrador de la información, como diseñador de nuevas políticas, normas, o procedimientos, como supervisor o supervisado de cumplimiento de las políticas de información, como diseñador de nuevos esquemas de protección, tecnología, como diseñador de nuevos ataques, etc.) tendrá un impacto en las organizaciones, que dependerá, valga la redundancia, del rol que desempeñe, como lo desempeñe, donde lo desempeñe y cuando lo desempeñe. Los profesionales en seguridad TI, deberían considerar que la seguridad de información no solo se garantiza mediante el empleo de perímetros de seguridad sofisticados, sino que deberían enfocar y considerar en sus estrategias de protección el factor humano, pues dado el comportamiento no deseado que tengan (voluntario o involuntario) provocará la anulación de los perímetros de seguridad implementados, generando brechas de seguridad importantes, con las consiguientes consecuencias y pérdidas económicas, como los señalados en el presente documento. Se

puede concluir como trabajos futuros, que establecer políticas de seguridad y esperar su cumplimiento, sin considerar otros aspectos, Figura 3, sin una interrelación unificada, tendría como consecuencia incrementar las brechas de seguridad, dado que según la función que desempeñe el factor humano, tendría una percepción diferente de lo que es seguridad de la información, y por tanto creer que las políticas de seguridad son exageradas y no útiles, no cumpliéndolas, exponiendo la seguridad de la información.

Referencias

- SANS Institute, InfoSec Reading Room (2014). *Risk, Loss and Security Spending in the Financial Sector: A SANS Survey*. Recuperado a partir de <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/analyst/risk-loss-security-spending-financial-sector-survey-34690>
- Veiga, A., & Martins, N. (2015). Improving the information security culture through monitoring and implementation actions illustrated through a case study, *Computers & Security*, 49, (162–176). <http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2014.12.006>
- Veiga, A., & Martins, N. (2015). Information security culture and information protection culture: A validated assessment instrument, *Computer Law & Security Review*, 31(2), 243–256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clsr.2015.01.005>
- Agazzi, E. (2002). El desafío de la Interdisciplinariedad: Dificultades y Logros. *Revista Empresa y Humanismo de la Universidad de Navarra*, V(2/02), 241–252.
- Ahmed, M., Sharif, L., Kabir, M., & Al-Maimani, M. (2012). Human errors in information security. *International Journal*, 1(3), 82–87. recuperado a partir de <https://pdfs.semanticscholar.org/d5cb/1d63ee593b2815fe5c37c3f4a602ef9f269a.pdf>
- Alnatheer, M. A. (2015). Information Security Culture Critical Success Factors (pp. 731-735). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ITNG.2015.124>
- Abdelwahed, A. S., Mahmoud, A. Y., & Bdair, R. A. (2017). Information Security Policies and their Relationship with the Effectiveness of the Management Information Systems of Major Palestinian Universities in the Gaza Strip. *International Journal of Information Science and Management* 15(1), 1–26.
- Vance, A., Siponen, M., & Pahlila, S. (2012). Motivating IS security compliance: Insights from Habit and Protection Motivation Theory. *Information & Management*, 49(3), 190–198. ISSN 0378-7206, <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2012.04.002>
- Arbor Networks. (2017). Doppelgangers de la industria tecnologica: Innovación de campañas en el mundo del delito cibernético (No. 451 Research) (p. 14). Recuperado a partir de <http://es.arbornetworks.com/reporte-451/>
- AT&T Cybersecurity Insights (2017). Protect your data through innovation, The CEO's Guide to Data Security, Volume 5, (pp. 1-20), recuperado a partir de <https://www.business.att.com/cybersecurity/docs/vol5-datasecurity.pdf>.
- Castro, W., & Acuña, S. (2011). *Comparativa de Selección de Estudios Primarios en una Revisión Sistemática*. Madrid, España: Departamento de Ingeniería Informática, Universidad Autónoma de Madrid.

- Centro Cochrane Iberoamericano. (2012). *Manual Cochrane de Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0*. Barcelona: Centro Cochrane Iberoamericano. Disponible en <http://www.cochrane.es/?q=es/node/269>
- Dang-Pham, D., Pittayachawan, S., & Bruno, V. (2017). Why employees share information security advice? Exploring the contributing factors and structural patterns of security advice sharing in the workplace. *Computers in Human Behavior*, 67(February), 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.10.025>
- Dyba, T., & Dingsoyr, T. (2008). Empirical studies of agile software development: A systematic review. *Information and software technology*, 50(9-10) 833–859.
- Kolkowska, E., & Dhillon, G. (2013). Organizational power and information security rule compliance. *Computers & Security*, 33, 3–11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2012.07.001>
- Frauenstein, E., & von Solms, R. (2009). Phishing: how an organisation can protect itself. South Africa: Nelson Mandela Metropolitan University.
- Ifinedo, P. (2012). Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory. *Computers & Security*, 31(1), 83–95. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2011.10.007>
- Ifinedo, P. (2014). Information systems security policy compliance: An empirical study of the effects of socialisation, influence, and cognition, *Information & Management* 51(2014), 69–79.
- Imperva. (2016). *Insiders: The Threat is Already Within, Hacker Intelligence initiative*. (pp. 1-13), recuperado a partir de https://www.imperva.com/docs/Imperva_HII_Insider_Threat.pdf
- Han, J.Y., Kim, Y. J., & Kim, H. (2016). An integrative model of information security policy compliance with psychological contract: Examining a bilateral perspective. *Computers & Security*, 12, 1–35. <http://dx.doi.org/doi:10.1016/j.cose.2016.12.016>
- Kaspersky Lab (2017). *Damage control: the cost of security breaches it security risks special report series, IT security risks special report series*. (pp. 1-7). recuperado a partir de <https://media.kaspersky.com/pdf/it-risks-survey-report-cost-of-security-breaches.pdf>
- Kindervag, J., Shey, H., & Mak, K. (2016). The Future Of Data Security And Privacy: Growth And Competitive Differentiation. In *Vision: The Data Security And Privacy Playbook* (pp. 1-15). Forrester Research. recuperado a partir de <https://www.forrester.com/report/The+Future+Of+Data+Security+And+Privacy+Growth+And+Competitive+Differentiation/-/E-RES61244>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for Performing Systematic Reviews, Keele University Technical Report 2004. Keele, UK: Keele University.
- Kitchenham, B., Brereton, O., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkman, S., (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51(2009), 7–15.

- Kruger, H., Drevin, L., Flowerday, S., & Steyn, T. (2011). An assessment of the role of cultural factors in information security awareness, 2011 Information Security for South Africa, Johannesburg. (pp. 1-7). doi: 10.1109/ISSA.2011.6027505, recuperado a partir de <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6027505&isnumber=6027504>
- Cheng, L., Li, Y., Li, W., Holm, E., & Zhai, Q. (2013). Understanding the violation of IS security policy in organizations: An integrated model based on social control and deterrence theory. *Computers & Security*, 39, 447–459. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2013.09.009>
- Malcolmson, J. (2009). What is security culture? Does it differ in content from general organisational culture?. In *43rd Annual 2009 International Carnahan Conference on Security Technology*, Zurich , (pp. 361-366). doi: 10.1109/CCST.2009.5335511
- Marcinkowski, S. & Stanton, J. (2003). Motivational aspects of information security policies. In *Systems, Man and Cybernetics. IEEE International Conference on, 2003, (vol.3 pp. 2527-2532)*. doi: 10.1109/ICSMC.2003.1244263
- Marcinkowski, S. J., & Stanton, J. M. (2003). Motivational aspects of information security policies. *En Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference on (Vol. 3, pp. 2527–2532)*. IEEE. Recuperado a partir de <http://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/1244263/>
- Mark Hardy, G., (2014). Risk, Loss and Security Spending in the Financial Sector
- Niemimaa, E., & Niemimaa, M.(2017). Information systems security policy implementation in practice: from best practices to situated practices, *European Journal of Information Systems*, 26(1), 1–20. doi:10.1057/s41303-016-0025-y
- Parsons, K., McCormac, A., Butavicius, M., Pattinson, M., & Jerram, C. (2014). Determining employee awareness using the Human Aspects of Information Security Questionnaire (HAIS-Q). *Computers & Security*, 42, 165–176. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2013.12.003>
- Ponemon Institute, (2016). *2016 Cost of Data Breach Study:Global Analysis, Ponemon Institute© Research Report*. (pp. 1-32). recuperado a partir de <https://www-01.ibm.com/common/ssi/cgi-bin/ssialias?htmlfid=SELo3094WWEN>
- Ifinedo, P. (2016). Critical Times for Organizations: What Should Be Done to Curb Workers’ Noncompliance With IS Security Policy Guidelines?, *Information Systems Management*, 33(1), 30–41. DOI: 10.1080/10580530.2015.1117868
- Siponen M. Mahmood A. & Pahnla S., (2014). Employees’ adherence to information security policies: An exploratory field study. *Information & Management*, 51, 217–224.
- Sohrabi Safa, N., Von Solms, R., & Furnell, S. (2016). Information security policy compliance model in organizations. *Computers & Security*, 56, 70–82. <https://doi.org/10.1016/j.cose.2015.10.006>
- Sommestad, T., Karlzén, H., & Hallberg, J. (2015). The sufficiency of the theory of planned behavior for explaining information security policy compliance. *Information & Computer Security*, 23(2) 200 – 217. <http://dx.doi.org/10.1108/ICS-04-2014-0025>

- University of Twente. (2017). *Protection Motivation Theory, Health Communication*. recuperado a partir de https://www.utwente.nl/en/bms/communication-theories/sorted-by-cluster/Health%20Communication/Protection_Motivation_Theory/
- Van Niekerk, J.F., & Von, R. (2010). Information security culture: A management perspective, *Computer & Security*, 29(2010), 476–486.
- Vuuren, I., Kritzinger, E., & Mueller, C., (2015). Identifying Gaps in IT Retail Information Security Policy Implementation Processes, Towards developing a secure IT enterprise built on trust. (pp. 126-133). IEEE.
- Flores, W. R., Antonsen, E., & Ekstedt, M. (2014). Information security knowledge sharing in organizations: Investigating the effect of behavioral information security governance and national culture. *Computers & Security*, 43, 90–110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cose.2014.03.004>
- Walls, A. (2014). *Best Practices for Managing ‘Insider’ Security Threats, 2014 Update*, (pp. 1-8). Gartner Reprint, recuperado a partir de <https://www.gartner.com/doc/reprints?id=1-2YJTNEF&ct=160211&st=sb>

Anexo 1 – Artículos primarios seleccionados

Item	Título	Autor(Es)	Año	Bd	Tipo
S1	Motivational Aspects of Information Security Policies	Slawomir J. Marcinkowski, Jeffrey M. Stanton	2003	Google (*)	Conference
S2	What is Security Culture? Does it differ in content from general Organisational Culture?	Jo Malcolmson	2009	Google (*)	Conference
S3	Understanding information systems security policy compliance: An integration of the theory of planned behavior and the protection motivation theory	Princely Ifinedo	2012	Science Direct	Article
S4	Information systems security policy compliance: An empirical study of the effects of socialisation, influence, and cognition	Princely Ifinedo	2014	Science Direct	Article
S5	Information security knowledge sharing in organizations: Investigating the effect of behavioral information security governance and national culture	Waldo Rocha Flores, Egil Antonsen, Mathias Ekstedt	2014	Science Direct	Article
S6	Employees' adherence to information security policies: An exploratory field study	Mikko Siponena, M. Adam Mahmoodb, Seppo Pahnla	2014	Science Direct	Article
S7	Information security culture and information protection culture: A validated assessment instrument	Adéle Da Veigaa, Nico Martins	2015	Science Direct	Article
S8	Improving the information security culture through monitoring and implementation actions illustrated through a case study	Adéle da Veigaa, Nico Martinsb	2015	Science Direct	Article
S9	Determining employee awareness using the Human Aspects of Information Security Questionnaire (HAIS-Q)	Kathryn Parsons, Agata McCormaca, Marcus Butaviciusa, Malcolm Pattinsonb, Cate Jerram	2014	Science Direct	Article
S10	An assessment of the role of cultural factors in information security awareness	H. A. Kruger; S. Flowerday; L. Drevin; T. Steyn	2011	IEEE Xplorer	Conference
S11	Information security policy compliance model in organizations	Nader Sohrabi Safa, Rossouw Von Solms, Steven Furnell	2016	Science Direct	Article

Item	Título	Autor(Es)	Año	Bd	Tipo
S12	An integrative model of information security policy compliance with psychological contract: Examining a bilateral perspective	JinYoung Han, Yoo Jung Kim, Hyungjin Kim	2017	Science Direct	Article
S13	Why employees share information security advice? Exploring the contributing factors and structural patterns of security advice sharing in the workplace	Duy Dang-Pham, Siddhi Pittayachawan, Vince Bruno	2017	Science Direct	Article
S14	Identifying Gaps in IT Retail Information Security Policy Implementation Processes	Ileen E. van Vuuren; Elmarie Kritzinger; Conrad Mueller	2015	IEEE Xplorer	Conference
S15	Motivating IS security compliance: Insights from Habit and Protection Motivation Theory	Vance, A., Siponen, M., Pahnla, S	2012	Science Direct	Article
S16	Organizational power and information security rule compliance	Ella Kolkowska, Gurpreet Dhillon	2012	Science Direct	Article
S17	Information systems security policy implementation in practice: from best practices to situated practices	Elina Niemimaa , Marko Niemimaa	2017	Springer	Article
S18	Understanding the violation of IS security policy in organizations: An integrated model based on social control and deterrence theory	Lijiao Chenga, Ying Lia, b, Wenli Lia, Eric Holmc, Qingguo Zhaic,	2013	Science Direct	Article
S19	The sufficiency of the theory of planned behavior for explaining information security policy compliance	Sommestad, Teodori; Karlzén, Henriki; Hallberg, Jonas1	2015	EBSCO	Article
S20	Critical Times for Organizations: What Should Be Done to Curb Workers' Noncompliance With IS Security Policy Guidelines?	Ifinedo, Princely	2016	EBSCO	Article
S21	Information Security Policies and their Relationship with the Effectiveness of the Management Information Systems of Major Palestinian Universities in the Gaza Strip	Abdelwahed, Ann S.; Mahmoud, Ahmed Y.; Bdair, Ramiz A	2017	EBSCO	Article

Crítérios Editoriais

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

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

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

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

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

Criterios Editoriales

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

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

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

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

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

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

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



Formulário de Associado / Formulario de Asociado

Nome/Nombre: _____

Instituição/Institución: _____

Departamento: _____

Morada/Dirección: _____

Código Postal: _____ Localidade/Localidad: _____

País: _____

Telefone/Teléfono: _____

E-mail: _____ Web: _____

Tipo de Associado e valor da anuidade:

☐ Individual - 25€

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

☐ Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: _____

Data/Fecha: __/__/____ Assinatura/Firma: _____



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

©AISTI 2017 <http://www.aisti.eu>

