



ISSN: 1646-9895

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

J u n h o 1 8 • J u n e 1 8



©AISTI 2018 <http://www.aisti.eu>

Nº 27

Edição / Edición

Nº 27, 06/2018

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

Informática Industrial

Industrial Informatics

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.27.0

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 Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são, não raras vezes, o motor para levar as organizações ao sucesso e para as manter na vanguarda perante os seus concorrentes, não sendo exceção as organizações industriais.

As capacidades oferecidas pelas TIC, mudaram os processos de negócios e o paradigma das práticas industriais. Estas TIC têm potencial para criar um novo tipo de engenharia industrial, assente naquilo que se vai denominando de Informática Industrial.

A Informática Industrial, centra-se na automação da indústria baseada no conhecimento, como um meio para melhorar os processos de fabricação e de produção industrial. Abrange uma coleção de técnicas que usam análise, manipulação e distribuição de informações para obter maior eficiência, eficácia, confiabilidade e/ou segurança dentro do ambiente industrial.

Neste enquadramento, o número vinte e sete da RISTI (Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação) presta uma atenção especial à Informática Industrial, com um conjunto diversificado de contribuições, que vão desde a automação industrial,

passando pela Indústria 4.0, até aos determinantes da competitividade deste sector. Não obstante, neste número da RISTI, também são publicados alguns artigos que extravasam o âmbito da Informática Industrial.

O conjunto de oito artigos publicados neste número da RISTI, resultou de um escrutínio exímio efetuado pelos membros da comissão científica sobre os quarenta trabalhos apresentados pelos autores, oriundos de doze países: oito do Brasil, sete de Portugal, seis do Equador, quatro da Colômbia, quatro de Espanha, três do México, três da China, um da Venezuela, um do Perú, um do Panamá, um de Cuba e um da Argélia, correspondendo a uma taxa de aceitação de 20%.

2. Estrutura

Para facilitar a leitura desta edição, optou-se por apresentar em primeiro lugar as contribuições que focam somente aspetos da Informática Industrial. Posteriormente, apresentam-se outras contribuições que abordam aspetos diversos como F-Commerce, Governança Corporativa de TI, motivação em programação de computadores, e análise de risco versus computação com palavras. Assim:

- No primeiro artigo, os autores apresentam a automação do processo de fabricação de arroz com leite numa fábrica de laticínios correspondente a uma PME. A planta objeto de automação consiste em áreas de enchimento, cozimento, esvaziamento e uma zona de retorno. Neste processo, procedeu-se ao uso de três CLP's que se articulam através da comunicação Profibus utilizando o protocolo Mestre-Escravo. Um Sistema de Aquisição de Dados (SCADA) é usado para corroborar o funcionamento correto do processo.
- O segundo artigo detalha a migração e reabilitação da etapa de controlo de um Sistema Integrado de Manufatura por Computador, através da implementação de um sistema de automação atual para o uso didático e profissional dos alunos da Engenharia de Controlo e Automação. A seleção do novo equipamento de controlo para cada uma das estações de trabalho que o compõem é realizada, a topologia de interconexão é desenvolvida entre as diferentes estações através do protocolo EtherNet/IP, e a lógica de operação dos sistemas é projetada e implementada.
- O terceiro artigo, tem o objetivo de desenvolver um sistema de aprendizagem móvel com foco nos conceitos e aplicações práticas da Indústria 4.0. O sistema foi construído sob a forma web design responsivo, apresentando definições, terminologias, e um conteúdo educacional específico capaz de motivar e disseminar o conhecimento sobre o contexto da Indústria 4.0.
- O artigo seguinte, pretende elucidar os fatores que determinam a posição competitiva do setor da informática industrial em Espanha, no período 1995-2015. Para alcançar este objetivo, os autores adotaram a abordagem teórica da vantagem do custo absoluto, que advoga que os termos reais de troca entre as nações são regulados a longo prazo pelos custos unitários reais de mão-de-obra das empresas dos países. A hipótese da investigação é que a posição competitiva do setor da informática industrial em Espanha é determinada a longo prazo, pelos custos unitários reais relativos do trabalho. Para testar esta hipótese, testes de raiz unitária e cointegração são realizados, assim como, é aplicado o teste de causalidade de Granger.

- No quinto artigo, são apresentados os resultados de uma investigação conduzida com o objetivo de analisar como a utilização do Facebook Commerce pode impactar o desempenho de micro e pequenas empresas brasileiras. Metodologicamente, a investigação de caráter exploratório, foi conduzida por meio de um Survey para a recolha de dados, os quais foram submetidos à análise de estatística descritiva e fatorial. Como resultado, foi possível verificar que as pressões externas são o principal fator motivador para adoção dessa modalidade de comércio social pelos gestores de micro e pequenas empresas. Os resultados indicaram ainda, que o uso de uma rede social auxilia diretamente no desempenho dos processos dessas empresas.
- No sexto artigo, os autores afirmam que a criação de valor depende diretamente da Governança Corporativa (GC) e da Governança Corporativa de TI (GCTI), ambas ligadas aos objetivos corporativos, pois apresentam a empresa de forma mais segura e sustentável às partes interessadas e à sociedade em geral, aumentando seu diferencial competitivo. No sentido de criar valor para atender as necessidades dos Stakeholders, estruturar sistemicamente a empresa e aperfeiçoar seu processo decisório multicritério é onde este trabalho integra as duas governanças através dos critérios de Benefícios, Riscos e Recursos e diferentes subcontratantes. Para fazer isso, o método Analytic Hierarchy Process é aplicado para definir quais as prioridades GC e GCTI criam o maior valor para as empresas.
- No sétimo artigo, o objetivo foi validar uma Escala de Motivação de Realização, como primeira aplicação a estudantes portugueses e brasileiros, que aprendem programação informática em 3D. A escala original em língua inglesa foi traduzida para português de Portugal e Brasil, retraduzida para inglês, por falantes das três línguas, até chegar à versão aplicada à amostra, composta por 204 estudantes, 102 brasileiros e 102 portugueses.
- No último artigo, é apresentado um método para garantia de receita baseado em técnicas de análise de risco e computação de palavras. Este método, visa melhorar os processos de detecção e prevenção de situações que afetam a receita em organizações orientadas para projetos. A gestão de riscos é desenvolvida como uma abordagem proativa para o planeamento e avaliação qualitativa de riscos. É realizada uma análise final, que mostra as vantagens da proposta em relação aos resultados obtidos com a técnica tradicional do PMBOK.

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

Informática Industrial	ix
<i>João Vidal Carvalho, António Abreu, Álvaro Rocha</i>	

ARTIGOS / ARTICULOS / ARTICLES

Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido	1
<i>Gerardo González-Filgueira, Francisco Javier Rodríguez Permu</i>	
Actualización del PLC de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador	18
<i>Ivone Cecilia Torres Rodríguez, Pedro Francisco Huerta González, Zosimo Ismael Bautista Bautista.</i>	
Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0	36
<i>Eduardo dos Santos de Sá Carvalho, Nemésio Freitas Duarte Filho</i>	
Determinantes de la competitividad del sector español de la informática industrial, 1995-2015. Un análisis de datos de panel	52
<i>Miguel Ángel Sánchez Jiménez</i>	
Análise do emprego do F-commerce como impulsionador do desempenho organizacional em micro e pequenas empresas no Brasil	67
<i>André Andrade Longaray, Cristian Reis Anselmo, Claudia Maia, Guilherme Lunardi, Paulo Munhoz</i>	
Gobernanza Corporativa y Gobernanza Corporativa de TI utilizando Analytic Hierarchy Process en la creación de valor	86
<i>Adolfo Alberto Vanti, Pedro Solana-González, Rosane Seibert</i>	
Validação em Língua Portuguesa da Escala de Motivação de Realização.....	109
<i>Thiago Bessa Pontes, Guilhermina Lobato Miranda</i>	
Método para el aseguramiento de ingresos basado en análisis de riesgos y computación con palabras	126
<i>Gilberto F. Castro Aguilar, Anié Bermudez Peña, Francisco G. Palacios Ortiz, Fausto R. Orozco Lara, Diana J. Espinoza Villón, Diana M. López Álvarez</i>	

Automatización de una planta industrial de alimentación mediante control distribuido

Gerardo González-Filgueira¹, Francisco Javier Rodríguez Permuoy¹

gerardo.gonzalez@udc.es, farru1980@hotmail.com

¹ Universidade da Coruña, Escuela Politécnica Superior, 15403, Ferrol, España.

DOI: 10.17013/risti.27.1-17

Resumen: La logística forma parte de los procesos de automatización en la industria 4.0. De la rapidez y eficiencia con que se realicen los procesos de llenado, clasificación, empaquetado y transporte dependen la sostenibilidad industrial. La automatización de estos procesos ayuda a mejorar los ratios de eficiencia en cualquier industria. El uso de control distribuido resulta adecuado para plantas industriales del sector servicios-alimentación. como pueden ser fabricación de yogures, queso, nata, mantequilla, postres, etc. En este trabajo se presenta la automatización del proceso de fabricación de arroz con leche en una planta de productos lácteos correspondiente a una PYME. La planta objeto de automatización consta de zonas de llenado, cocción, vaciado y una zona de retorno. Para ello, se ha procedido al empleo de tres PLC's que se comunican mediante comunicación Profibus utilizando el protocolo Maestro-Esclavo. Para corroborar el correcto funcionamiento del proceso se utiliza un Sistema de Adquisición de Datos (SCADA).

Palabras-clave: Automatización, alimentación, PLC's, Profibus, SCADA.

Automation of an industrial power plant through distributed control

Abstract: Logistics is part of the automation processes in Industry 4.0. The industrial sustainability depends on the speed and efficiency with which the filling, classification, packaging and transport processes are carried out. The automation of these processes helps to improve the efficiency ratios in any industry. The use of distributed control is suitable for industrial plants in the service-food sector. such as manufacturing of yoghurts, cheese, cream, butter, desserts, etc. This paper presents the automation of the process of making rice with milk in a dairy products plant corresponding to an SME. The plant object of automation consists of areas of filling, cooking, emptying and a return zone. To do this, we have proceeded to the use of three PLC's that communicate through Profibus communication using the Master-Slave protocol. A Data Acquisition System (SCADA) is used to corroborate the correct operation of the process

Keywords: Automation, food, PLC's, Profibus, SCADA.

1. Introducción

Los sistemas de automatización industrial y su funcionamiento distribuido se pueden considerar sistemas ciber-físicos (CPS: *Cyber Physical Systems*) (Fig.1) que forman parte de un concepto de mayor entidad, la industria 4.0 (Galluscio, M. *et al.*, 2017), encaminado a la optimización global (Prata P. *et al.*, 2013) de las industrias (Crespo, P., , 2015) mediante la mejora de los procesos de fabricación, la reducción de costes (González M., 2015), el incremento en la calidad, la mejora de la eficiencia, la mayor flexibilidad en los procesos de producción y, en general, todos aquellos factores (Vogel-Heuser, 2018) que permitan adaptarse de manera eficiente a las necesidades del mercado al que está orientado el producto.



Figura 1 – Industria 4.0 a través de CPS

Los procesos de fabricación en la industria de la alimentación son susceptibles de ser automatizados para mejorar la eficiencia con el empleo de sistemas de bajo coste, bajo mantenimiento y gran durabilidad (Ali, M. S. R. and Pal, A. R., 2017). Algunas industrias de alimentación, como la fabricación de arroz con leche para postre, mantienen la manufacturación manual en la mayor parte de sus fases, pero con escasa implantación de automatización de sus procesos (Tze Ying, 2008) salvando el proceso de envasado (Fig.2).

La planta objeto de automatización, fabricación de arroz con leche para postre, consta de una zona de llenado, una zona de cocción, y una zona de vaciado y una zona de retorno. El objetivo del presente proyecto, busca una automatización integral de todo el proceso de fabricación contemplado en las zonas anteriores. Esto aporta no sólo un sentido de originalidad al proyecto, sino que implica un ahorro de costes, especialmente en momentos en los que la materia prima, en este caso el arroz, experimente un crecimiento de costes. De este modo se persigue:

- Automatizar íntegramente un proceso que tradicionalmente se estaba realizando de forma manual en alguna de sus fases, reduciendo los costes que esto conlleva.
- Reducir el tiempo de los tratamientos previos de los ingredientes, ya que éstos se realizarán de forma automática y a la vez.

- Permitir la posibilidad de supervisión y control de todo el proceso desde un ordenador, o cualquier dispositivo táctil Tablet, Smartphone (Blech, 2015) mediante un SCADA HMI (Junior, 2003).

Para lograr los citados objetivos se parten de los siguientes requisitos:

1. El proceso de producción empleado será secuencial – por lotes, con una producción aproximada de 1000 tarrinas por lote.
2. Todo el sistema será controlado desde un panel de operario diseñado para la aplicación.



Figura 2 – Tarrina de arroz con leche

2. Método empleado

A la hora de implementar un sistema de control industrial se disponen de dos posibilidades: Sistema de control distribuido (DCS) y sistema de control centralizado (CCS) (Tabla 1). Esta última aproximación es empleada en el caso de sistemas poco complejos, donde un proceso puede ser gestionado directamente mediante un único elemento de control encargado de realizar todas las tareas del proceso de producción y que puede incluir un sistema de monitorización y supervisión. Conforme las necesidades de producción han requerido mayor complejidad, una tendencia ha sido la de emplear elementos de control más complejos y potentes, manteniendo en un único elemento todo el control del proceso, con la complejidad que ello supone, ya que se hace necesario hacer llegar todas las señales de sensores y cablear todos los actuadores allá donde se encuentren. Como ventajas de esta metodología se tiene que no es necesario planificar un sistema de intercomunicación entre procesos, ya que todas las señales están gestionadas por el mismo sistema. Por otro lado, para sistemas poco complejos, posee un menor coste económico. En cambio, posee numerosas desventajas, ya que si el sistema falla, toda la instalación queda paralizada, siendo necesario un sistema redundante para evitar estas situaciones. También se hace necesario el empleo de unidades de control (generalmente autómatas programables) de mayor capacidad de proceso, dada la complejidad de los problemas que debe abordar y las restricciones de tiempo límite que son habituales en los procesos industriales. Por otro lado, el cableado puede aumentar notablemente debido a las mayores distancias que pueden existir entre los sensores, actuadores y la unidad de control, aunque este problema se pueda simplificar en cierta medida debido al uso de buses de campo.

	Control centralizado	Control distribuido
<i>Aplicabilidad: procesos o áreas funcionales</i>	<i>Sistemas poco complejos Un único algoritmo: ejecución secuencial</i>	<i>Sistemas complejos. Varios algoritmos: ejecución en paralelo</i>
<i>Gestion</i>	<i>elemento de control</i>	<i>Varios elementos de control</i>
<i>Señales</i>	<i>Señales gestionadas por el mismo sistema</i>	<i>Señales gestionadas por el diferentes sistemas</i>
<i>Coste económico</i>	<i>Pequeño</i>	<i>Mayor</i>
<i>Seguridad en caso fallo</i>	<i>Se precisa Sistema redundante</i>	<i>Sistema redundante</i>
<i>Unidades de control necesarias</i>	<i>Una unidad con mayor capacidad de proceso</i>	<i>Varias unidades sencillas con menor capacidad de proceso</i>
<i>Cableado</i>	<i>Mayor entre señores actuadores y unidad de control</i>	<i>Menor cableado</i>
<i>Estudio de implantación previo</i>	<i>No es necesario</i>	<i>Se precisa.</i>
<i>Red de comunicaciones</i>	<i>No se precisa</i>	<i>Necesaria</i>
<i>Error sistema</i>	<i>Afecta a todo el proceso</i>	<i>Sólo afecta a una parte del proceso</i>

Tabla 1 – Sistemas industriales de control

El campo del control distribuido (García, 2004), está vinculado a procesos productivos complejos o aplicaciones industriales donde el flujo de información se puede dividir en grupos de procesos o áreas funcionales susceptibles de ser definidas por un algoritmo de control que pueda realizarse de forma autónoma (Zhu, J., Ge, Z. and Song, Z. 2017). A cada unidad se destinará un elemento de control, un autómatas programable, dimensionado de acuerdo con los requerimientos del proceso considerado. En el empleo de la metodología de control distribuido es posible que cada unidad funcional consista en un proceso relativamente sencillo comparado con el proceso global, reduciendo la posibilidad de errores en la programación y permitiendo el empleo de unidades de control (autómatas programables principalmente) más sencillas y, por tanto, más económicas. Al mismo tiempo, la existencia de fallos en otras unidades de control no implica necesariamente la paralización de todos los procesos que se llevan a cabo en la planta. Como desventaja, es necesario realizar un estudio de implantación previo, ya que se deben identificar los procesos autónomos, asignar elementos a cada proceso y diseñar el modelo de intercomunicación para responder a las necesidades del proceso planteado. Debido a la interdependencia que existe entre las operaciones que tienen lugar en cada proceso, hay que tener en cuenta que es necesario interconectar los autómatas entre sí mediante entradas y salidas digitales, o a través de una red de comunicaciones para intercambio de datos y estados. Por tanto, el autómatas o elemento de control evaluado debe permitir las comunicaciones. Esto permite optimizar el proceso productivo total. En esta línea se muestra el presente trabajo (Fig. 3). Para ello se han empleado tres autómatas de la serie S7 de SIEMENS utilizando el protocolo Maestro-Esclavo mediante comunicación Profibus que aporta mejores características de velocidad y tiempo de respuesta que otras topologías de red (Mahalik, 2003).



Figura 3 – Descripción General del proceso

Concretamente se emplea un S7-314-2DP como maestro y dos CPU S7-224 como unidades esclavas, junto con los módulos EM 277 PROFIBUS DP, para la comunicación Profibus de los S7-200, y los módulos de ampliación EM 223 de entradas y salidas digitales y EM 231 de entradas y salidas analógicas, que sean necesarios. El proceso de fabricación del arroz con leche [10] se ha dividido en tres grandes bloques: Bloque Arroz (controlado por una unidad S7-200), Bloque Leche (controlado por una unidad S7-200) y Bloque Mezcla y Envasado (controlado por la unidad S7-300). Dos de estos bloques, Bloque Arroz y Bloque Leche se comenzarán a ejecutar a la vez para realizar los tratamientos previos en el arroz y la leche que sean necesarios (Canales García, 2009), y a su finalización, confluyen en el tercer bloque, Bloque Mezcla y Envasado, que consistirá en el preparado de la mezcla del arroz con leche, su cocción y el posterior envasado de la misma. El proceso de producción empleado para la fabricación del arroz con leche será secuencial por lotes, con una producción aproximada de 1000 tarrinas por lote. La receta a seguir para la elaboración de este producto a nivel industrial varía de unas marcas comerciales a otras, según cada fabricante (Tabla 2). Todo el sistema podrá ser controlado desde el panel de operario diseñado para la aplicación. En cuanto al sistema SCADA de control, se ha escogido como software *WinCC* de SIEMENS. El SCADA se conecta a la unidad Maestra mediante conexión MPI, la cual comparte propiedades con la red Profibus y viene integrada en la CPU 314C-2DP elegida como Maestro.

Todo proceso que se pretende automatizar puede descomponerse para su análisis en dos partes: una parte operativa, que comprende las acciones que determinados elementos, como motores, cilindros neumáticos, válvulas, etc., realizan sobre el proceso; y una

Ingrediente	Cantidad
Arroz	26 kilogramos
Leche	126 litros
Azúcar	25 kilogramos
Canela en polvo	300 gramos
Esencia de limón	310 gramos

Tabla 2 – Ingredientes para fabricación de 1 lote (1000 tarrinas)

parte de control, que programa las secuencias necesarias para la actuación de la parte operativa. De partida el sistema que se propone debe permitir:

- Reducir la presencia humana desde un único punto de control y que podrá simultanear con otros procesos.
- Sincronizar los distintos procesos que puedan existir con objeto de mejorar la eficiencia del sistema, lo que repercutirá en los costes de producción y en los niveles de calidad obtenidos en el proceso de control.
- Minimizar “errores humanos” disponiendo al operador de la información precisa y puntual acompañada de un conjunto de registros y alarmas.

La implementación del sistema de control tendrá dos aspectos fundamentales: el hardware y el software utilizado. Se busca un sistema que sea abierto, de uso general, que mediante programación pueda cumplir los requisitos necesarios para poder controlar los diferentes procesos. Por lo tanto, se garantiza el objetivo de funcionamiento de la planta.

3. Descripción planta proceso a controlar

El sistema de control debe gobernar todos los dispositivos que intervienen en el proceso de fabricación de arroz con leche y supervisar su correcto funcionamiento. Se ha de disponer de un programa para su funcionamiento automático y para las situaciones de emergencia, además de un sistema de control y gestión de información, apoyado en registros y alarmas que faciliten la supervisión del proceso en tiempo real y la toma de decisiones humanas si fuese necesario.

La automatización de la planta de fabricación de arroz con leche se efectuará por medio de una unidad Siemens S7-300, actuando como sistema maestro DP, y dos unidades Siemens S7-200 actuando como unidades esclavas DP. La comunicación entre las tres unidades se realizará a través de una red Profibus de periferia descentralizada (Profibus DP). Cada autómata se encargará de controlar el funcionamiento de cada uno de los tres bloques en los que se divide el proceso:

a) El Bloque Leche (Fig. 4) estará controlado por una unidad CPU-224, actuando en calidad de esclavo DP a través del módulo de ampliación EM-277, que se encargará de:

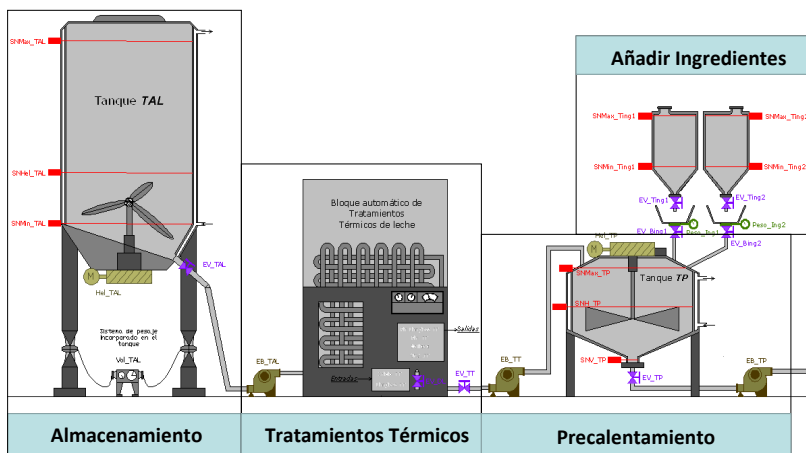


Figura 4 – Descripción del Bloque Preparación leche

- Almacenaje la leche suministrada por la central lechera.
- Tratamiento térmico de dicha leche.
- Precalentamiento.
- Adición de ingredientes necesarios (esencia de limón y canela en polvo) antes de proceder a realizar la mezcla.

b) El Bloque Arroz (Fig. 5) estará controlado por una unidad CPU-224, actuando en calidad de esclavo DP a través del módulo de ampliación EM-277, que se ocupará de:

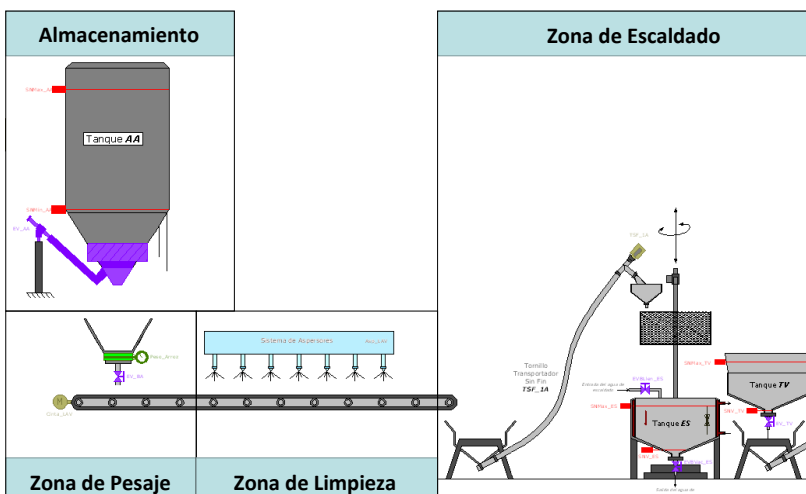


Figura 5 – Descripción del Bloque Preparación arroz

- Almacenaje del arroz suministrado por una empresa distribuidora arrocera.
- Pesaje.
- Lavado.
- Escaldado previo a realizar la mezcla.

c) El Bloque Mezcla y Envasado (Fig.6) será el bloque principal del proceso, y estará controlado por la unidad maestra CPU 314C-2DP. Esta unidad además, será la que gobierne todo el sistema de producción, mediante su comunicación con los otros dos esclavos que se ocupará de:

- Realización de la mezcla entre el arroz escaldado y la leche precalentada.
- Realización del cocido de la mezcla.
- Adición de los ingredientes necesarios para el producto final: azúcar y otros aromas.
- Llenado de las tarrinas.
- Termosellado.
- Etiquetado.
- Enfriamiento y almacenamiento del producto ya elaborado a espera de su distribución a los puntos de venta.

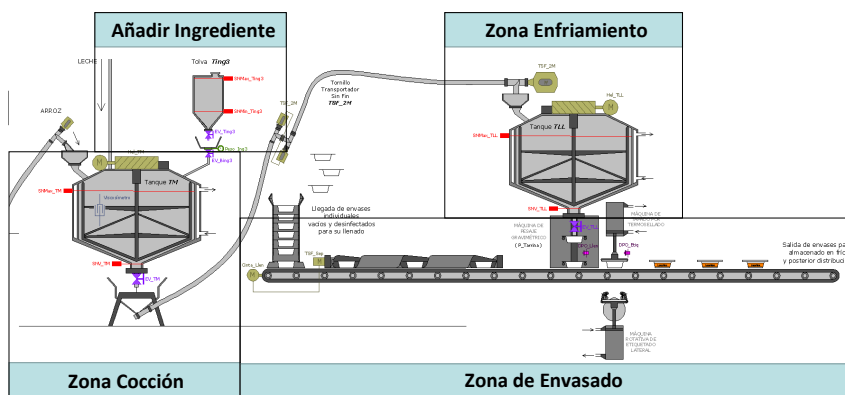


Figura 6 – Descripción del Bloque Mezcla y Envasado

3.1. Protocolos de comunicación.

De los bloques en los que se ha dividido el proceso, dos de ellas (preparación de la leche y preparación del arroz) transcurren de modo paralelo asíncrono y al final confluyen en una tercera (mezcla y envasado), por lo cual se concluye que se trata de un *sistema distribuido* (Fig. 7), adecuado para la implementar el protocolo *Maestro-Eslavo*.

Para la comunicación entre las unidades automáticas de control se he escogido una red PROFIBUS DP, idónea para sistemas distribuidos como es el caso de la planta a automatizar en cuestión. Debido a esto, a las dos unidades S7-200 deberán incorporarse sendos módulos de comunicación Profibus EM277 para poder conectarlas a la red

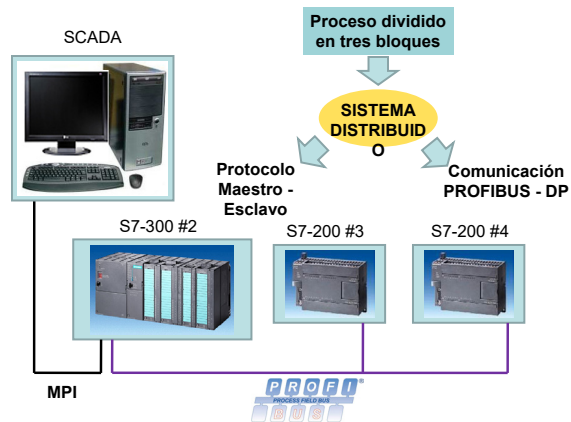


Figura 7 – Descripción Protocolos de Comunicación

gobernada por el Maestro S7-300. La red Profibus DP viene integrada en la unidad maestro S7-314-DP. En cada PLC conectado a una red Profibus, debe existir un área de memoria llamada “Imagen de proceso” o “Área de la Periferia”. La imagen de Proceso para un Maestro DP está compuesta por los valores de las E/S de todos los equipos de la periferia (en el caso de que un equipo de la periferia sea un esclavo inteligente, solo se almacenarán lógicamente, las E/S que vaya a intercambiar con el maestro, no todas las

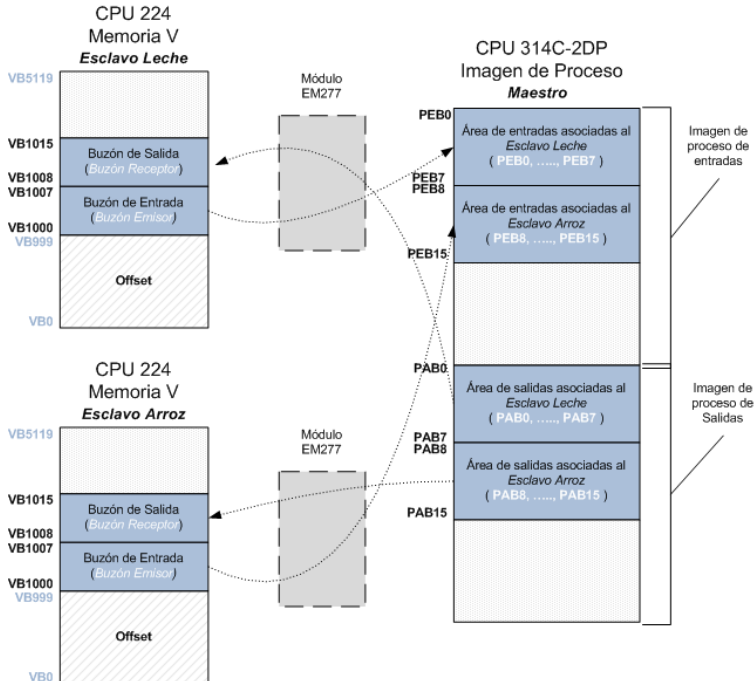


Figura 8 – Ejemplo de comunicación PROFIBUS DP

que tenga). En cambio, para un Esclavo DP inteligente la Imagen de Proceso, constará de las entradas que vaya a enviar y de las salidas que vaya a actualizar el maestro. Como consecuencia, se sabe que en un maestro, la imagen de Proceso debería de ser lo suficientemente grande como para contener las E/S de los esclavos, y en cada esclavo, esta imagen debería ser lo suficientemente grande para contener los datos que deba recibir del maestro o enviar al maestro. En este caso, la forma de establecer la comunicación entre la CPU 314C-2DP empleada en este trabajo, y los esclavos S7-200 es muy sencilla (Fig. 8).

Se deberán definir unas áreas de memoria DP, tanto de entrada como de salida, en el momento de configurar el hardware asociado a la unidad Maestra en el Administrador SIMATIC del Software STEP 7. Se debe trabajar con dichas posiciones de memoria de la CPU 314C-2DP para comunicar las estaciones remotas. De esta forma, si se supone que la CPU 314-2DP está trabajando como Maestro y se ha configurado un Esclavo asignándole el byte de salida 4, cada vez que modifique dicho byte, se verán reflejadas dichas modificaciones en el esclavo que tiene asignada esa salida.

Lo mismo ocurre con las entradas. Si se lee una entrada que ha sido asignada a un Esclavo DP, se estará leyendo la entrada que proporciona dicho Esclavo DP. En el momento de la asignación de entradas, hay que tener claro la cantidad de datos (nº de bytes) que se quieren transmitir.

Los PLC's se interconectan mediante la red Profibus-DP, y el maestro se conecta al sistema SCADA (WinCC) mediante el cable PC Adapter (conexión MPI).

3.2. Algoritmo del proceso

En la automatización de una máquina es necesario prever todos los estados posibles: funcionamiento manual o semiautomático, paradas de emergencia, puesta en marcha y

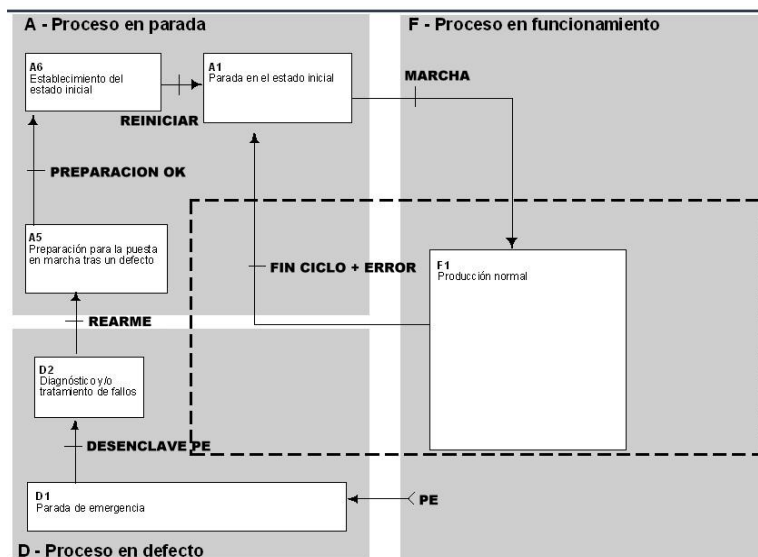


Figura 9 – Guía GEMMA del proceso

además, el propio automatismo debe ser capaz para detectar defectos en la parte operativa y colaborar con el operario o técnico de mantenimiento para su puesta en marcha y reparación, entre otras. La guía GEMMA (Fig.9) muestra los distintos procesos que afectan a la planta.

El proceso que se describe en este trabajo es de tipo continuo. Resulta necesario disponer de un algoritmo lo más abierto posible, para poder ser implementado en diferentes PLC's, en función de las necesidades de los clientes y las capacidades del sistema. El GRAFCET de primer nivel (Fig. 10) representa el diagrama de flujo de estados del proceso. La situación de funcionamiento normal se encuentra entre los estados 0 y 1 del GRAFCET G1. En el momento en que se active el pulsador de parada de emergencia, sea cual sea el estado en el que se encuentre, se pasará a la etapa 2 correspondiente al estado de parada de emergencia, mediante el forzado de dicho GRAFCET. El único modo de regresar al estado de funcionamiento normal sería pasando por las etapas sucesivas de preparación tras fallo y puesta en estado inicial. Las etapas de tratamiento posterior a la emergencia, se llevarán a cabo de forma manual por parte de los operarios y personal especializado.

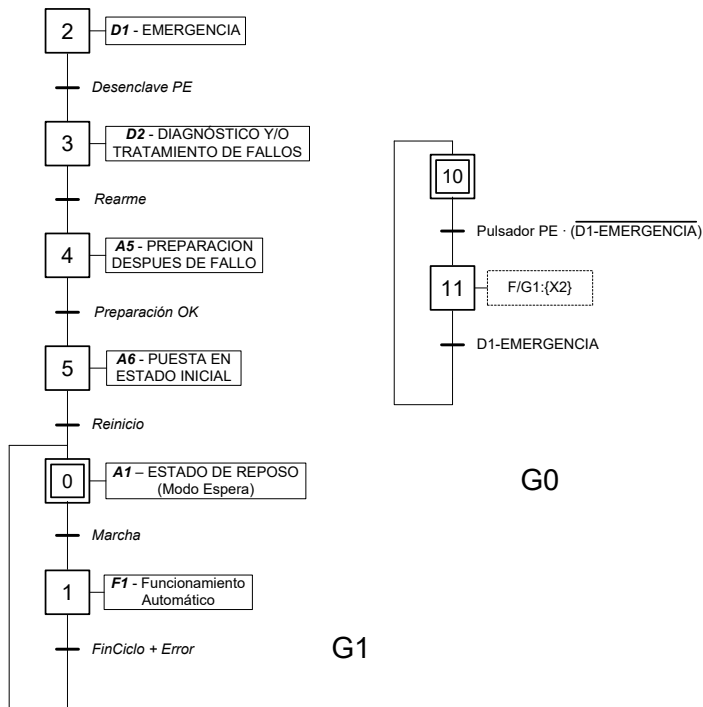


Figura 10 – GRAFCET general del proceso

En la etapa de funcionamiento automático (F1), se ha implementado el sistema de control de la planta de fabricación de arroz con leche (Fig. 11). Al igual que el GRAFCET general, esta etapa se implementará en el autómatas Maestro, que es quien controla el proceso de fabricación, de modo que en determinadas situaciones se darán órdenes a los esclavos

para que realicen las aplicaciones que tienen asignadas. Siguiendo los requerimientos del sistema indicados anteriormente, se ha implementado un programa en lenguaje de contactos que satisfaga dichas especificaciones.

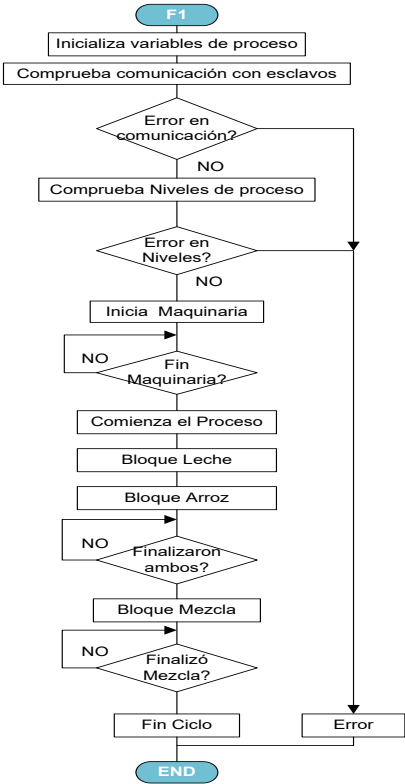


Figura 11 – Etapa F1 de funcionamiento automático

4. Resultados

Se precisa establecer una simulación de la planta mediante un SCADA para comprobar la correcta ejecución del sistema, y poder comparar entre la situación real y la deseada. El panel de operario es fundamental en todo proceso de automatización. En él deben disponerse los dispositivos de control, supervisión y parada de emergencia necesarios para la gestión integral del proceso. En ningún caso se considera que los sistemas SCADA sustituyen al panel de operario. Aunque haya aplicaciones gobernadas mayoritariamente por SCADA's, el panel de operario deberá existir y contener al menos el pulsador manual de parada de emergencia. En este caso se ha optado por un diseño como el mostrado en la Fig. 12.

Al activar el pulsador “Marcha” se inicia la producción de 1 lote (1000 tarrinas de arroz con leche). El Maestro inicializa los LED's del panel encendiendo primeramente “Leche No Iniciado”, “Arroz No Iniciado” y “Mezcla No Iniciado”, permaneciendo apagados el

resto de los indicadores. Inmediatamente después se comprueba la comunicación con los esclavos y visualiza los resultados de comunicación activando los LED's que procedan en el área "COMUNICACIONES" (LED Verde= Comunicación OK, LED Rojo=Fallo en comunicación), especificando si falla la conexión con el Esclavo Leche y/o con el Esclavo Arroz. Si hay fallo de comunicación, además de encender los indicadores oportunos, se cancela la orden de producción, regresando de nuevo al estado inicial de reposo en espera de que se vuelva a activar el pulsador de MARCHA. Si no hay problema de comunicación, se pasa a comprobar niveles. El Maestro ordena a cada esclavo que compruebe el estado de los sensores de nivel de los ingredientes que están bajo el control de cada uno. Cada autómatas (Maestro, Esclavo Leche y Esclavo Arroz) controla un bloque de los tres que integran el proceso de fabricación; por lo tanto controlan la maquinaria y sensores del bloque que se trate. Los esclavos tras comprobar los niveles, remiten la información al Maestro para que éste visualice los resultados en el panel de operario y se tomen las acciones oportunas en caso de error. Cada nivel a chequear dispone de dos LEDs, verde y rojo, para indicar si se alcanza o no dicho nivel respectivamente. Si no se detecta nivel mínimo en alguno de los ingredientes comprobados, se encenderá su LED rojo y el sistema cancelará la orden de producción, regresando al estado inicial en espera de que se reponga el ingrediente y se vuelva a pulsar MARCHA. Cuando todos los niveles sean correctos se pasa a inicializar la maquinaria de cada bloque y se comienza el proceso.

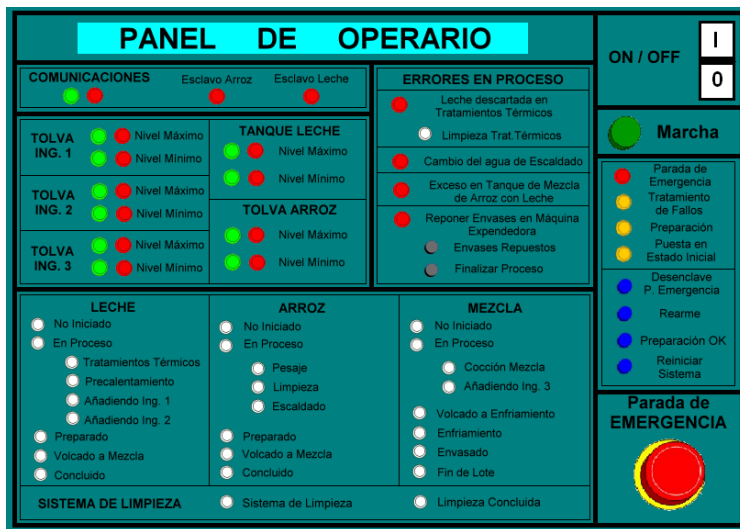


Figura 12 – Panel del operario

En primer lugar se iniciará el Bloque Leche. La leche comienza su preparación para la mezcla (Fig. 13), y el Esclavo Leche enviará constantemente información de la fase en la que se encuentra la leche, para que el Maestro actualice los indicadores del panel de operario. Cada bloque "en Proceso" consta de varias etapas. La secuencia de funcionamiento normal sería pasar a los tratamientos térmicos (y se encendería el LED "Tratamientos Térmicos" a la vez que permanece activado el LED "En Proceso") y si la

leche no supera con éxito los tratamientos térmicos se activará el LED “Leche Descartada en Tratamientos Térmicos” indicativo de error en proceso.

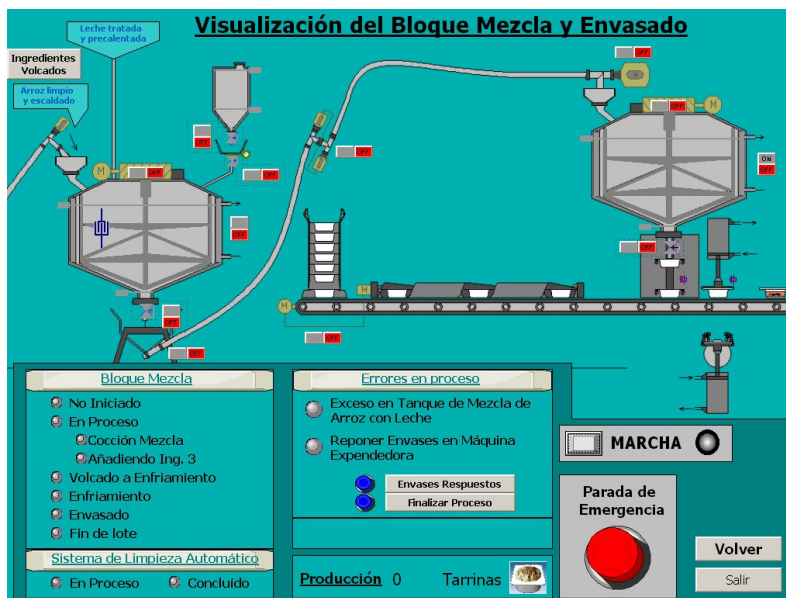


Figura 13 – Bloque de Mezcla y envasado

A continuación (Fig. 14) se pasa a la fase de Precalentamiento. Simultáneamente se da la orden al Esclavo Arroz de comenzar su aplicación, por lo que se activará el LED “Arroz En Proceso”. El bloque arroz puede originar un error si el agua de escaldado del arroz no cumple con el nivel de higiene y salubridad medido por medio de su turbidez. A medida que vayan transcurriendo las fases de cada bloque, se irán actualizando los LED’s, hasta que se llegue a tener activos a la vez “Arroz Preparado” y “Leche Preparado”, (al activarse los indicadores “Preparado” se desactivan los LED’s “En Proceso”), momento en el que el Maestro da la orden de trasvasar la leche y el arroz hacia el tanque de mezcla para iniciar la cocción.

Durante el tiempo que transcurra en trasvasarse la leche y volcarse el arroz al tanque de cocción, permanecerán encendidos los LED’s “Volcado a Mezcla” y cuando se finalice se activará “Concluido”. En este momento, comienza el bloque Mezcla, activándose el LED “en Proceso” (y desactivándose, por tanto, el LED “No iniciado”), junto con el LED “Cocción Mezcla” para indicar que se ha iniciado la cocción conjunta del arroz con la leche. Transcurridos 20 minutos desde que se inicia la cocción, se añadirá el ingrediente 3 (azúcar o edulcorante), encendiéndose a su vez, el LED “Añadiendo Ing. 3”. En el instante en el que se alcanza la viscosidad idónea para las propiedades del producto final, se parará la cocción y se trasvasará la mezcla a la zona de enfriamiento. Durante 5 minutos, se procederá al enfriamiento del producto a una temperatura de 17° C en el tanque TLL (se activa el LED “Enfriamiento”). Transcurrido el tiempo de enfriado, se procede

a llenar las tarrinas en la etapa de envasado. La etapa de envasado, incluye el proceso de llenado de envases, su termosellado y posterior etiquetado lateral. Llegado a este punto se ha finalizado la producción, y el maestro activa el sistema de limpieza automática del proceso (se activa el LED “Sistema de limpieza”). Una vez haya concluido el sistema de limpieza, el maestro actualizará el panel de operario encendiendo el LED de “Limpieza Concluida”. El sistema estará preparado para la producción del siguiente lote.

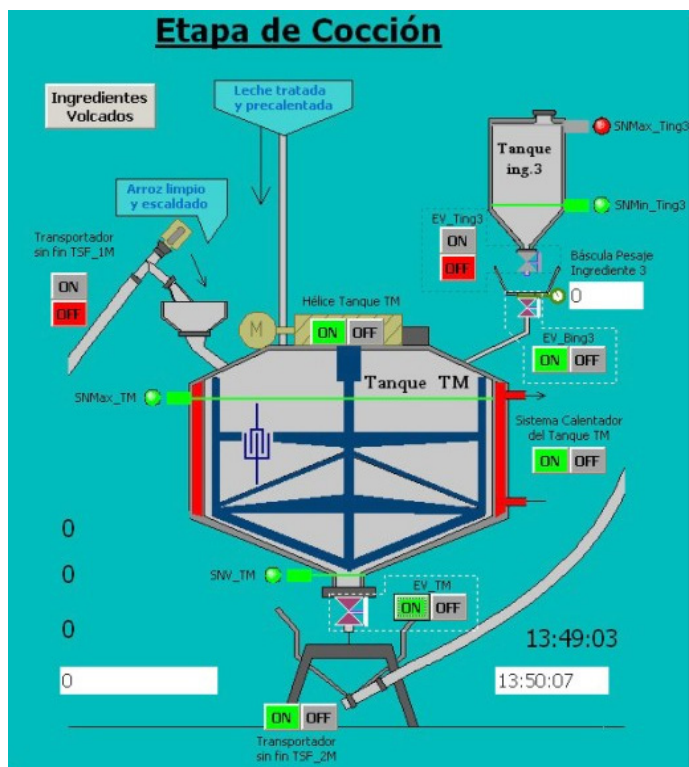


Figura 14 – Detalle etapa de cocción

4. Conclusiones

En este artículo se ha presentado un sistema de automatización para la automatización de fabricación de arroz con leche. En el diseño del presente sistema, se ha conseguido la creación de un sistema de control que permite gobernar todos los dispositivos que intervienen en el proceso de fabricación del arroz con leche. El sistema propuesto presenta un conjunto de ventajas como son un diseño simple, una actualización rápida de datos, fuerte rendimiento en tiempo real, bajo costo, facilidad de mantenimiento, y excelente extensibilidad. Dicho sistema constituye una herramienta fundamental para garantizar un alto porcentaje de disponibilidad y fiabilidad, además de conseguir un seguimiento en tiempo real del conjunto. Se ha implementado un sistema de supervisión y control a tiempo real que permita al operario interactuar con el proceso

(Panel de operario). Además existe la posibilidad de implementar un control SCADA paralelo al panel de operario, sin necesidad de modificar la programación. De este modo se consigue dotar el sistema de una buena fiabilidad, adaptarse a futuras necesidades de producción del mercado. Además se ha llevado a cabo una producción secuencial por lotes, en la que se puede ajustar el número de tarrinas que contiene cada lote según las necesidades de mercado proporcionadas mediante análisis de *big data*, y en función del volumen de los tanques empleados. Por último, además de la parada de emergencia, imprescindible en todo proceso industrial, se ha logrado un tratamiento automático de una serie de errores, que pueden solucionarse sin la intervención el operario.

Referencias

- Ali, M. S. R., & Pal, A. R., (2017). Multi machine operation with product sorting and elimination of defective product along with packaging by their colour and dimension with speed control of motors. In Proceedings of 2017 International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques, (pp. 1-6), Mysuru, 2017. doi: 10.1109/ICEECCOT.2017.8284575.
- Blech, J. O. et al., (2015). Efficient incident handling in industrial automation through collaborative engineering. In Proceedings of 2015 IEEE 20th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA), (pp. 1-8), Luxembourg. doi: 10.1109/ETFA.2015.7301533.
- Canales García, E. (2009). Optimización de la formulación de arroz con leche deshidratado. Tesis Doctoral. México: Instituto Tecnológico de Durango
- Crespo, P., & Santos, V., (2015). Construção de Sistemas Integrados de Gestão para Micro e Pequenas Empresas. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (15), 35–49. doi: 10.17013/risti.15.35-49.
- Galluscio, M. et al., (2017). A first empirical look on internet-scale exploitations of IoT devices. In Proceedings of 2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC), (pp. 1-7), Montreal, QC. doi: 10.1109/PIMRC.2017.8292628.
- García, J., Palomo, F.R., Luque, A., Aracil, C., Quero, J.M., Carrion, D., Gamiz, F., Revilla, P., Perez-Tinao, J., Moreno, M., Robles, P., & Franquelo, L.G., (2004). Reconfigurable distributed network control system for industrial plant automation. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 51(6), 1168–1180. doi: 10.1109/TIE.2004.837871.
- González M., & González, L. (2015). La co-creación como estrategia para abordar la gobernanza de TI en una organización. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (15), 1–16. doi: 10.17013/risti.15.1-16.
- Junior, W. P., & Pereira, C. E. (2003). A supervisory tool for real-time industrial automation systems. In Proceedings of *Sixth IEEE International Symposium on Object-Oriented Real-Time Distributed Computing*, (pp. 230-237), 2003. doi: 10.1109/ISORC.2003.1199258.

- Mahalik, N. P., & Michalk, R., (2003). Retrofitting fieldbus technology in food industry. In *Proceedings of 2008 World Automation Congress*, (pp. 1-5), Hawaii, HI, 2008.
- Prata, P., Fazendeiro, P., Augusto, C., Azevedo, S., & Cruz-Machado, V. (2013). Ambiente Colaborativo para Avaliação de Cadeias de Abastecimento. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (12), 1–15. doi: 10.4304/risti.12.1-15.
- Tze, Y. S., Fang, L., & Vogel-Heuser, B., (2008). Modules, version and variability management in automation engineering of machine and plant manufacturing. In *Proceedings of 2008 IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, (pp. 46-49), Hamburg, 2008. doi: 10.1109/ETFA.2008.4638369.
- Vogel-Heuser, B., Fischer, J., Feldmann, S., Ulewicz, S., & Rösch, S. (2018). Modularity and architecture of PLC-based software for automated production systems: An analysis in industrial companies (journal-first abstract). In *Proceedings of 2018 IEEE 25th International Conference on Software Analysis, Evolution and Reengineering (SANER)*, (pp. 473-473), Campobasso. doi: 10.1109/SANER.2018.8330239.
- Zhu, J., Ge, Z., & Song, Z. (2017). Distributed Parallel PCA for Modeling and Monitoring of Large-Scale Plant-Wide Processes With Big Data. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 13(4), 1877–1885. doi: 10.1109/TII.2017.2658732.

Actualización del PLC de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador

Ivone Cecilia Torres Rodríguez¹, Pedro Francisco Huerta González¹, Zosimo Ismael Bautista Bautista¹.

ictorres@ipn.mx, phuerta@ipn.mx, zbautista@ipn.mx.

¹ Instituto Politécnico Nacional, ESIME Zacatenco, Departamento Académico de Ingeniería en Control y Automatización. Av. IPN S/N, Col. La Escalera, C.P 07820, Ciudad de México, México.

DOI: 10.17013/risti.27.18-35

Resumen: En el presente artículo se detalla la migración y rehabilitación de la etapa de control de un Sistema de Manufactura Integrada por Computador, mediante la implementación de un sistema de automatización actual para el uso didáctico y profesional de los alumnos de la carrera de Ingeniería en Control y Automatización. Se realiza la selección de los nuevos equipos de control para cada una de las estaciones de trabajo que la componen, se desarrolla la topología de interconexión entre las diferentes estaciones mediante el protocolo EtherNet/IP, y se diseña e implementa la lógica de funcionamiento de las estaciones.

Palabras-clave: CIM; EtherNet/IP; PLC; Protocolo

PLC Update of a Computer-Integrated Manufacturing System

Abstract: In this article the migration and rehabilitation of the control stage of a Computer Integrated Manufacturing System is detailed, through the implementation of a recent automation system for the didactic and professional use of the students of the Control Engineering and Automation. The selection of the new control equipment for each of the work stations that compose it is carried out, the interconnection topology is developed between the different stations through the EtherNet/IP protocol, the operating logic of the stations is designed and implemented.

Keywords: CIM; EtherNet/IP; PLC; Protocol

1. Introducción

Debido al constante movimiento y evolución de la tecnología dentro del sector productivo, las industrias enfrentan una intensa competencia por mantener presencia en el mercado, de modo que deben asumir nuevas y mejores estrategias de producción que respondan de manera efectiva al cambio rápido y constante; buscando utilizar tecnología que incremente la capacidad de manufacturar piezas, o productos terminados, usando

procesos y estrategias de manufactura flexible y capaces de modificarse, adaptándose a los nuevos requerimientos, por ello hoy en día se libra una intensa batalla por mantenerse a la vanguardia (Kalpakjian & Schmid, 2001),(Radhakrishnan, Subramanyan, & Raju, 2000). Aquella tecnología que no es capaz de innovarse a sí misma es condenada a la desaparición por obsolescencia (Garzón, 2001).

En esta carrera tecnológica tan veloz, las instituciones educativas no pueden limitarse a ser testigos pasivos de lo que ocurre, sino por el contrario, deberán ser fuertes generadoras, impulsores y promotoras del progreso generado en el mercado.

Aun cuando resulte difícil conseguirlo por limitantes de infraestructura o recursos, las alternativas podrán verse siempre nacidas de trabajos como éste, para acotar las distancias entre los despuntes tecnológicos y el conocimiento didáctico.

El presente trabajo muestra la migración de un Sistema Integral de Manufactura que se encuentra en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) Unidad Zacatenco, cuya estructura está conformada con tres estaciones que en su conjunto simulan procesos CIM, utilizados a nivel industrial. El sistema se encontraba en un estado de obsolescencia tecnológica, además del desgaste evidente por el paso de los años y el uso de anteriores generaciones, por lo cual fue necesaria su actualización para ser aplicado a las unidades de aprendizaje de la carrera de Ingeniería en Control y Automatización y así contribuir en el aprendizaje a los alumnos en esta disciplina.

2. Marco teórico

El acrónimo CIM es ampliamente conocido en la Industria, pero fue hasta el año 1973 cuando fue introducido por primera vez por Harrington. J en su libro llamado *Computer Integrated Manufacturing* (Manufactura Integrada por Computadora) (García & Castillo, 2007).

Si bien varios autores definen al CIM de distinta manera, tienen en común mencionar que el CIM busca integrar todas las actividades de la empresa por medio de la tecnología que ofrecen las computadoras (Tejada, 2001); esta estrategia de producción busca unificar la información de las distintas áreas para la gestión y control de los procesos; así se incorporan todos los pasos de un proceso de manufactura, esta integración permite que todos los procesos individuales se comuniquen entre sí de manera rápida e inicien acciones, con ello la fabricación puede ser rápida y menos propensa a errores o posibles contratiempos, por otro lado, poseen flexibilidad de diseño por lo que pueden ser ajustados de manera adecuada. Dentro del CIM se cubren puntos como diseño, análisis, planeación, costos, logística, almacenamiento, gestión y distribución de productos para proveer un monitoreo y control de todas las operaciones (Elanchezhian, Sunder, & Shanmuga, 2007).

En lo concerniente a la estructura del CIM desafortunadamente no existe una única descomposición de cada uno de los eslabones que lo conforman. Cada industria puede definir tantos subsistemas y partes que desee, de acuerdo a sus requerimientos (Grover & Zimmers, 1984) (Porras, 2003). Así pues, debe tomarse en cuenta que las industrias realizan procesos ajenos entre sí, y aunque también hay industrias que realizan el mismo proceso, estas siempre tendrán diferentes necesidades del cliente y diseño del producto, de modo

que, aunque posean sistemas CIM, estos difícilmente poseerán la misma estructura. Un intento por mostrar las partes que conforman el CIM es muestra en la figura 1.

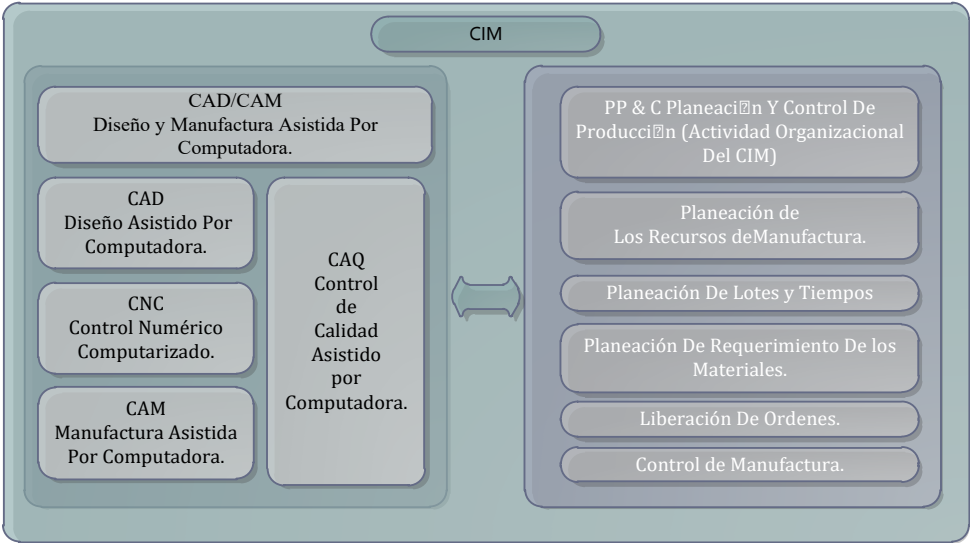


Figura 1 – Estructura del CIM

2.1. CIM–2000

La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica cuenta con el modelo CIM–2000 Mechatronics (System, 1994), este equipo sirve como herramienta de entrenamiento

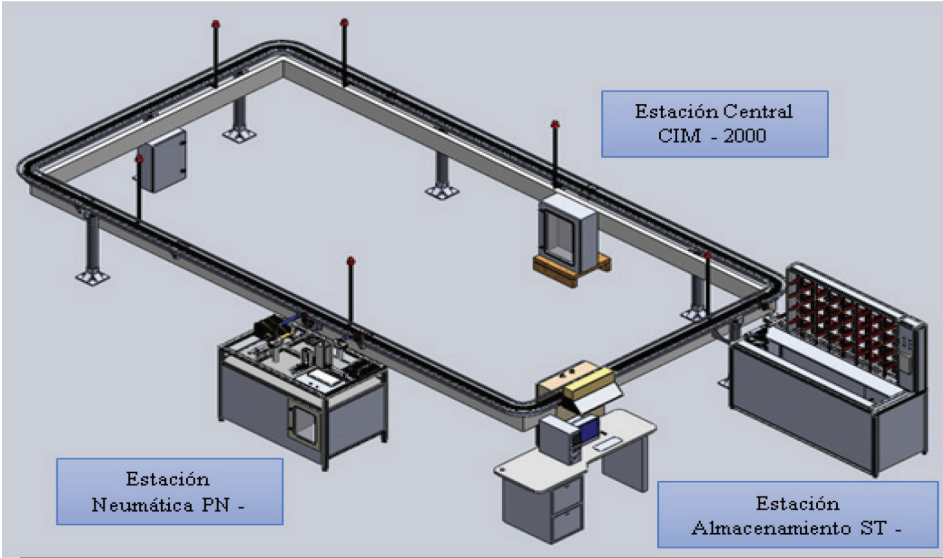


Figura 2 – Estaciones del CIM.

para introducir a los alumnos a un ambiente industrial que servirá al proceso de su formación profesional; de modo que sea posible acercarse a las metodologías, conceptos, herramientas, técnicas e instalaciones que conciernen propiamente al modelo CIM y procesos de manufactura industriales.

El CIM está conformado por las estaciones de: control central, almacenamiento y la estación neumática, las cuales se muestran en la figura 2.

2.2. Descripción de la estación de control

La estación de control central es la responsable de coordinar el comportamiento de cada una de las estaciones del CIM, estaba formada por tres Controladores Lógicos Programables (PLC) de la familia Modicon Compact 984 ya descontinuados, y dos computadoras para la programación y monitoreo del sistema (System, 1994).

En esta estación, se realizaban las funciones de ajuste y programación de las estaciones de trabajo, se efectuaba el monitoreo, supervisión y gestión del orden de trabajo, el arranque y paro de las mismas y la banda transportadora, y el monitoreo de los pallets que se transportaban. Su inconveniente era que al mismo tiempo se utilizaba para el monitoreo y manejo de la planta, la carencia de funciones para la supervisión de los datos, la inexistencia de un módulo para aplicar algoritmos del proceso y mantener estos valores dentro de ciertos límites.

2.3. Descripción de la estación neumática

Esta estación es la encargada de alimentar el sistema de manufactura (figura 3), con base en una orden preparada en la estación central de control CIM-2000, esta área no es la responsable del funcionamiento directo sobre ella, solo es responsable de coordinar el orden de operación entre las estaciones (System, 1994).



Figura 3 – Estación neumática.

Para comenzar su operación, la estación de control detecta la señal, que un pallet está en el puerto de carga y descarga de la estación neumática, en ese momento, el actuador de paro se activa deteniendo el avance del mismo, a partir de allí la estación neumática es responsable del comportamiento de los elementos que la componen. Esta estación, está equipada con los siguientes dispositivos:

- Contenedor de vagones. Incluye un actuador neumático y sus sensores.
- Contenedor de prismas de acrílico. Contiene un cilindro neumático equipado con un final de carrera mecánico.
- Contenedor de cilindros de aluminio. Contiene 5 actuadores neumáticos y sensores.
- Brazo Neumático I. Conformado por 4 actuadores neumático y sensores; transporta los cilindros del contenedor de cilindros al de vagones.
- Brazo Neumático II. Compuesto por 4 actuadores y sensores; se cargar y descargar los vagones estacionados en la estación neumática.

2.4. Descripción de la estación de almacenamiento

Esta estación ubica productos terminados y material no trabajado en sus celdas (System, 1994). Si en algún momento un elemento es llamado a una estación del sistema, y si la estación no está lista, el vagón es almacenado en la celda más cercana y disponible de la estación de almacenamiento (figura 4).

Cuando la estación del proceso a realizar vuelve a estar disponible, esta avisa a la estación central de control, para mandar una instrucción al almacén y liberar el elemento almacenado. Esta estación está equipada con los siguientes dispositivos:

- 32 celdas de almacenamiento, en una matriz de 8 columnas y 4 filas.
- Un manipulador cartesiano que dispone de 2 motores de CD para desplazarse en los ejes X y Y, para almacenar los vagones o piezas.
- Un cilindro neumático de doble efecto para cargar y descargar los vagones.



Figura 4 – Estación de almacenamiento.

3. Desarrollo de la Metodología

Para la rehabilitación del sistema, se realizó la selección de los Controladores Lógicos Programables, módulos de entradas y salidas requeridas, y las Fuentes de alimentación para los dispositivos involucrados en el funcionamiento del sistema.

El PLC seleccionado para la estación de control fue el CompactLogix 5370 L3 (Automation, 2012), y para las estaciones neumática y de almacenamiento se seleccionaron

los CompactLogix 5370 L2 (Automation, 2013), todos de la marca Allen Bradley. Los módulos de entrada y salida seleccionados para cada uno de los controladores elegidos fueron 1769 Compact I/O.

A continuación, se realizan los cálculos necesarios para la selección de las fuentes de alimentación por estación. En esta sección se muestran los datos, consideraciones y cálculos necesarios para la adecuada selección de la fuente de alimentación, partiendo de los dispositivos que se conectarán a los módulos de E/S 1769; tales como válvulas solenoides, contactos para el control de motores, dispositivos de indicación como lámparas, sensores inductivos, capacitivos, reed switch, etc.

3.1. Cálculos de Corriente de Entrada y Salida de la Estación de Control CIM-2000

Corriente de Entrada: Para el cálculo de la corriente total de optoacopladores (I_{TO}) con relación al módulo de entradas digitales 1769-IQ32 (Automation, 2015), se calcula mediante la Ecuación III.1 en donde la corriente de cada optoacoplador (I_O) es de 2 mA.

$$I_{TO} = 16I_O \quad (\text{III.1})$$

$$I_{TO} = 16(2 \text{ mA}) = 32 \text{ mA}$$

Corriente de Salida: La estación de control dispone de luces indicadoras en donde cada una consume una corriente (I_L) de 240 mA, así como solenoides que consumen una corriente cada una (I_S) de 187.5 mA, los cuales se conectan al módulo de salidas digitales 1769-OB16 (Automation, 2015), por lo tanto se consideran las Ecuaciones III.2 y III.3 para obtener la corriente total de luces indicadoras (I_{TL}) y la corriente total de las solenoides (I_{TS}) respectivamente.

$$I_{TL} = 4I_L \quad (\text{III.2})$$

$$I_{TL} = 4(240 \text{ mA}) = 0.96 \text{ A}$$

$$I_{TS} = 4I_S \quad (\text{III.3})$$

$$I_{TS} = 4(187.5 \text{ mA}) = 0.75 \text{ A}$$

De modo que la corriente total de salida (I_{SS}) se calcula con la Ecuación III.4

$$I_{SS} = I_{TL} + I_{TS} = 0.96 \text{ A} + 0.75 \text{ A} = 1.71 \text{ A} \quad (\text{III.4})$$

3.2. Cálculos de Corriente de Entrada y Salida de la Estación Neumática PN-2800

Corriente de Entrada: Para el cálculo de la corriente total de optoacopladores (I_{TO}) con relación al módulo de entradas digitales 1769-IQ32 (Automation, 2015), se calcula mediante las Ecuaciones III.5 en donde la corriente de cada optoacoplador (I_O) es de 2 mA, la III.6 en donde la corriente de cada sensor inductivo (I_I) es de 200 mA y la III.7 en donde la corriente de cada sensor reed switch (I_S) es de 300 mA.

$$I_{TO} = 22I_O \quad (III.5)$$

$$I_{TO} = 22(2 \text{ mA}) = 44 \text{ mA}$$

$$I_{SI} = 5I_I \quad (III.6)$$

$$I_{SI} = 5(200 \text{ mA}) = 1 \text{ A}$$

$$I_{RS} = 2I_S \quad (III.7)$$

$$I_{RS} = 2(300 \text{ mA}) = 600 \text{ mA}$$

De modo que la corriente total de las entradas (I_{EE}) se encuentra mediante la Ecuación III.8, en donde I_{TO} es la corriente total de optoacopladores, I_{SI} es la corriente total de los sensores inductivos e I_{RS} es la corriente total de los sensores reed switch.

$$I_{EE} = I_{TO} + I_{SI} + I_{RS} = 0.044 \text{ A} + 1 \text{ A} + 0.6 \text{ mA} = 1.644 \text{ A} \quad (III.8)$$

Corriente de Salida: En la presente estación solo intervienen 15 válvulas solenoides en donde cada una consume una corriente (I_S) de 187.5 mA y 4 lámparas indicadoras que consumen una corriente cada una (I_L) de 240 mA conectadas al módulo de salidas digitales incorporado en el PAC 1769-L27ERM-QBFC1B (Automation, 2013). Por lo tanto, se consideran las Ecuaciones III.9 y III.10 para obtener la corriente total de las solenoides (I_{TS}) y la corriente total de luces indicadoras (I_{TL}) respectivamente.

$$I_{TS} = 15I_S \quad (III.9)$$

$$I_{TS} = 15(187.5 \text{ mA}) = 2.812 \text{ A}$$

$$I_{TL} = 4I_L \quad (III.10)$$

$$I_{TL} = 4(240 \text{ mA}) = 0.96 \text{ A}$$

De modo que la corriente total de salida (I_{SS}) se calcula con la Ecuación III.11

$$I_{SS} = I_{TS} + I_{TL} = 2.812 \text{ A} + 0.96 \text{ A} = 3.772 \text{ A} \quad (\text{III.11})$$

3.3. Cálculos de Corriente de Entrada y Salida de la Estación de Almacenamiento ST-2000

Corriente de Entrada: Para el cálculo de la corriente total de optoacopladores (I_{TO}) en relación a los módulo de entradas digitales 1769-IQ16F (Automation, 2015) y el módulo de entradas digitales incluido en el PAC 1769-L27ERM-QBFC1B, se calcula mediante las Ecuaciones III.12 en donde la corriente de cada optoacoplador (I_O) es de 2 mA, la III.13 en donde la corriente de cada sensor inductivo (I_I) es de 200 mA y la III.14 en donde la corriente de cada sensor reed switch (I_S) es de 300 mA.

$$I_{TO} = 17I_O \quad (\text{III.12})$$

$$I_{TO} = 17(2 \text{ mA}) = 34 \text{ mA}$$

$$I_{SI} = 1I_I \quad (\text{III.13})$$

$$I_{SI} = 1(200 \text{ mA}) = 200 \text{ mA}$$

$$I_{RS} = 2I_S \quad (\text{III.14})$$

$$I_{RS} = 2(300 \text{ mA}) = 600 \text{ mA}$$

De modo que la corriente total de las entradas (I_{EE}) se encuentra mediante la Ecuación III.15, en donde I_{TO} es la corriente total de optoacopladores, I_{SI} es la corriente total de los sensores inductivos e I_{RS} es la corriente total de los sensores reed switch.

$$I_{EE} = I_{TO} + I_{SI} + I_{RS} = 34 \text{ mA} + 200 \text{ mA} + 600 \text{ mA} = 834 \text{ mA} \quad (\text{III.15})$$

Corriente de Salida: En la presente estación los dispositivos se conectan al módulo de salidas digitales embebido del PAC 1769-L27ERM-QBFC1B, conectando 3 válvulas solenoides en donde cada una consume una corriente (I_S) de 187.5 mA, 4 lámparas indicadoras que consumen una corriente cada una (I_L) de 240 mA y 4 bobinas de relevador en donde cada una consume una corriente (I_b) de 260 mA, cuyos contactos accionan a 2 motores de 8.60 A (I_M). Por lo tanto, se consideran las Ecuaciones III.16, III.17, III.18 y III.19 para obtener la corriente total de las solenoides (I_{TS}), la corriente total de luces indicadoras (I_{TL}), la corriente total de bobinas (I_{TB}) y la corriente total de los motores (I_{TM}) respectivamente.

$$I_{TS} = 3I_S \quad (\text{III.16})$$

$$I_{TS} = 3(187.5 \text{ mA}) = 562 \text{ mA}$$

$$I_{TL} = 4I_L \quad (\text{III.17})$$

$$I_{TL} = 4(240 \text{ mA}) = 0.96 \text{ A}$$

$$I_{TB} = 4I_L \quad (\text{III.18})$$

$$I_{TB} = 4(260 \text{ mA}) = 1.04 \text{ A}$$

$$I_{TM} = 2I_M \quad (\text{III.19})$$

$$I_{TM} = 2(8.60 \text{ A}) = 17.2 \text{ A}$$

De modo que la corriente total de salida (I_{SS}) se calcula con la Ecuación III.20

$$I_{SS} = I_{TS} + I_{TL} + I_{TB} + I_{TM} \quad (\text{III.20})$$

$$I_{SS} = 0.562 \text{ A} + 0.240 \text{ A} + 1.04 \text{ A} + 17.2 \text{ A} = 19.042 \text{ A}$$

Una vez que se seleccionaron los controladores, módulos E/S, fuentes de alimentación, se realizan los diagramas de conexión entre sensores y controladores, diagramas de fuerza y control, así como la conexión entre cada uno de los elementos.

3.4. Diagrama de Conexiones

En la figura 5 se muestra el diagrama de conexión eléctrica de la estación de control, se observa la fuente de alimentación del PLC, la alimentación hacia la interfaz gráfica y la alimentación hacia la fuente 1606-XLE80E, encargada de alimentar a cualquier elemento que no sea el controlador de la estación. Por otro lado, en esta figura se observa un enclave, el cual tiene como objetivo habilitar y deshabilitar las señales que se dirigen desde y hacia el controlador de la estación. Al presionar el Botón de arranque (BA) la bobina MCR se energiza, y al instante queda enclavada por acción de su contacto normalmente abierto MCR1. Como resultado del enclave el contacto MCR2 normalmente abierto, se cierra el circuito energizando a todas las señales de entrada y salida del controlador. El enclave solo se deshabilita al presionar el botón de paro (BP), como resultado las señales de entrada y salida se desactivan.

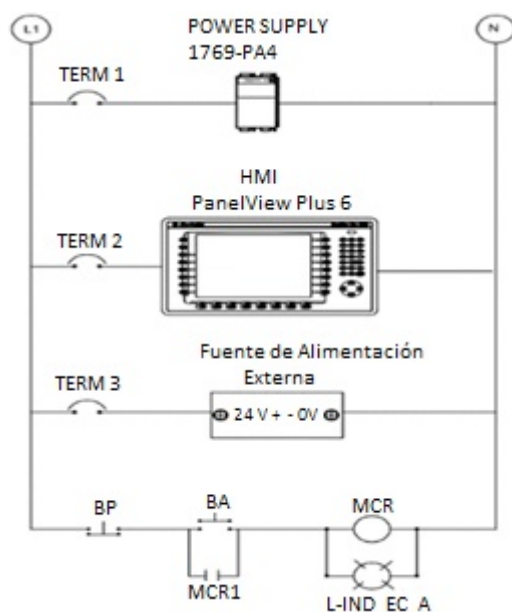


Figura 5 – Diagrama de conexión eléctrica de los equipos en la estación de control.

En la figura 6 se muestra las conexiones hacia el módulo de salida y en la figura 7 ilustra las conexiones hacia el módulo de entradas digitales 1769-IQ32, localizado en el slot 2. Las conexiones eléctricas de las estaciones neumáticas y almacén se realizaron de forma parecida a la de la estación de control.

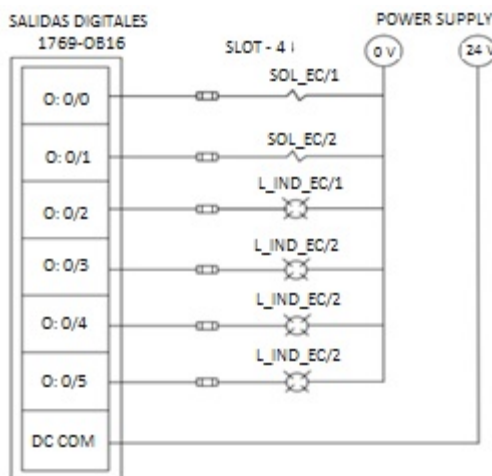


Figura 6 – Diagrama de conexión de módulo de salidas de la estación de control.

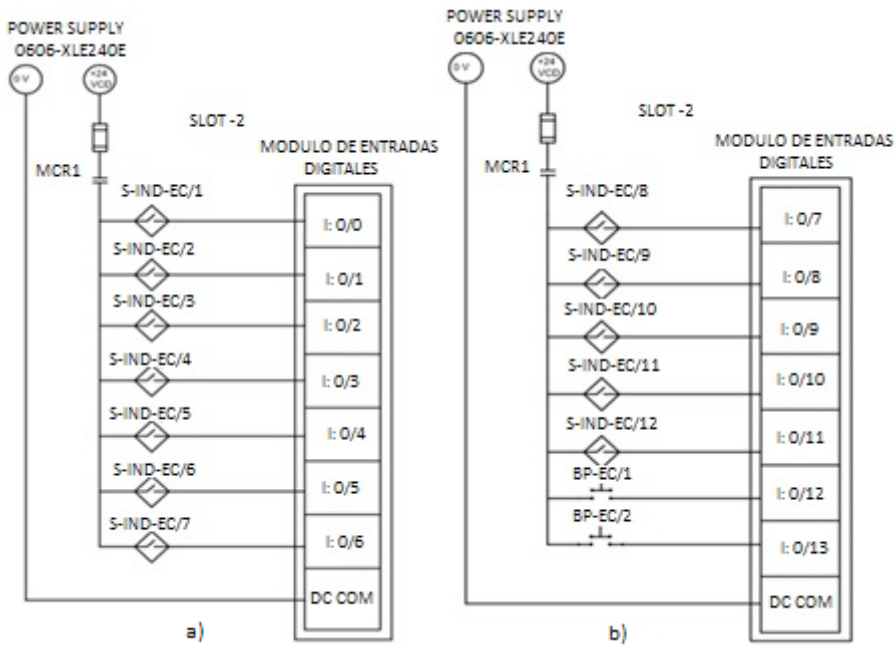


Figura 7 – Diagrama de conexión en los módulos de entrada de la estación de control.

3.5. Comunicación

Para conocer que es lo que ocurre en el sistema de manera inmediata cuando esté pasando algún evento, se requiere de un sistema de comunicación que permita la interconexión y transmisión de datos entre todas las estaciones de trabajo. Para lograr la comunicación fue necesario configurar la red, para lo cual se diseñó una topología de conexión, se realizó la asignación de las direcciones IP a los dispositivos dentro de la red, y se configuro el drive de comunicación. La comunicación de los controladores fue bajo el estándar de Redes de Área local ethernet, es importante mencionar que este protocolo de comunicación fue seleccionado debido a que los controladores PLC se comunican atreves de una red EtherNet/IP (ODVA, 2008).

La topología seleccionada fue en estrella, ya que, en esta, solo se necesita un enlace y un puerto de entrada/salida para conectarse a cualquier número de dispositivos. La Figura 8 muestra el esquema básico de la topología de conexión en estrella utilizada mediante una red Ethernet/IP. La selección de la topología fue el primer paso para la construcción del sistema de conexión entre las estaciones para su comunicación. Para que los dispositivos trabajen dentro de la red Ethernet/IP, se requieren de un numero único e irrepetible de identificación, para asignar esta dirección se hizo uso del programa BOOTP/DHCP Server (Association, 2003), y para establecer la comunicación se utilizó el software RS Linx (Automation, 2008).

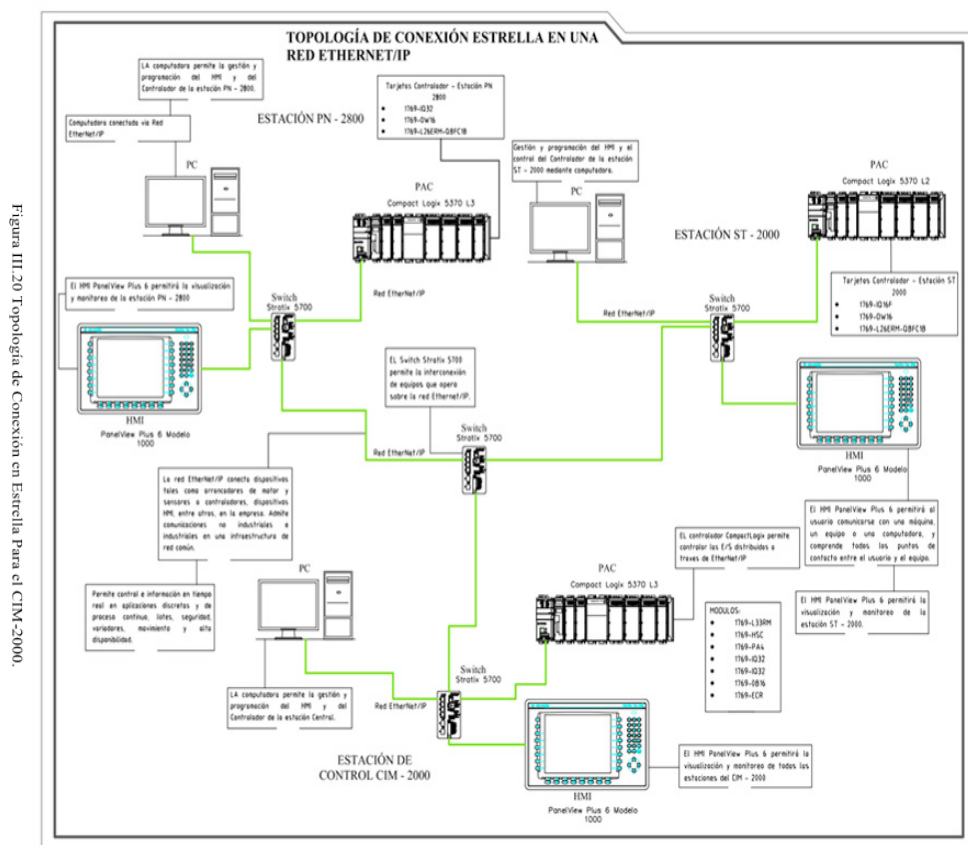


Figura 8 – Topología de conexión en estrella del sistema.

3.6. Diagrama de flujo y programación

Una vez realizados los pasos para establecer la red Ethernet/IP, se desarrollaron los diagramas de flujo para la operación de las estaciones de trabajo, y así llevar a cabo la programación con el software RSLogix 5000 (Automation, 2018). En la figura 9 (a), se muestra de forma general el diagrama de flujo de la estación de control. La operación de la estación de control comienza reiniciando las variables presentes en el programa, después esperan la orden de operación; las cuales pueden ser tres. La primera operación se inicia cuando se solicita algún pallet vacío, activándose la “Subrutina de Solicitud de Pallet Vacío”; la segunda operación, contempla enviar una orden hacia la estación de Almacenamiento o a la estación Neumática; la tercera operación comprende el monitoreo de las variables presentes en el CIM-2000. Al finalizar con alguna de las tres operaciones el programa finaliza, pero si se desea continuar con las operaciones el programa puede reiniciar.

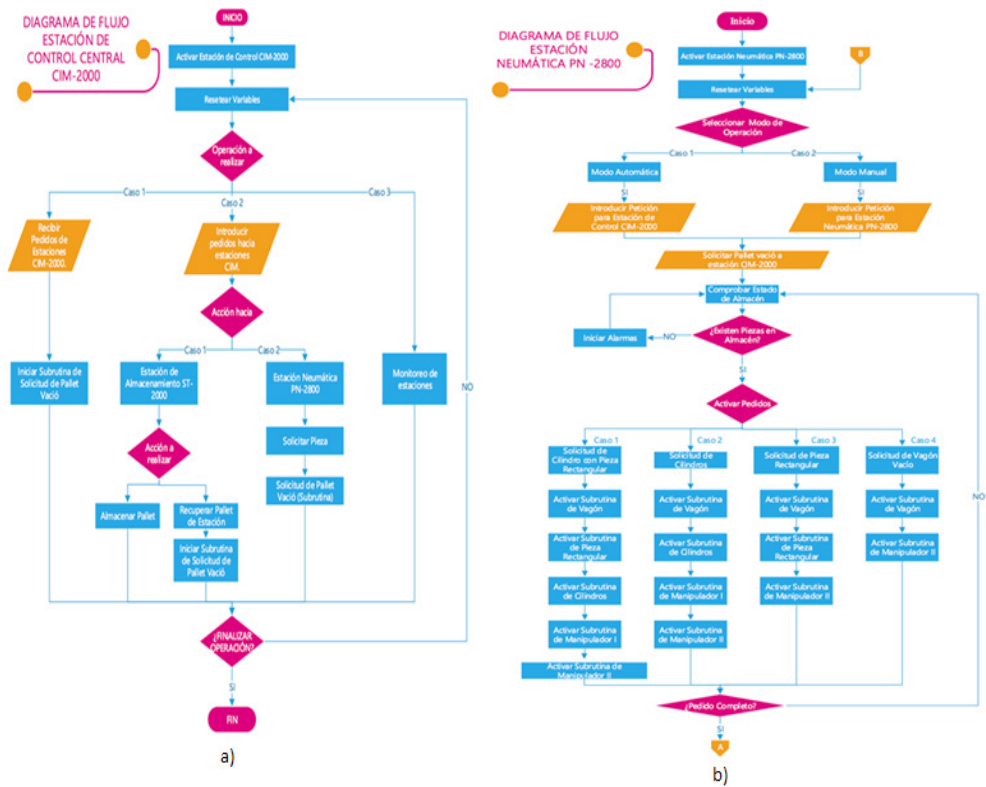


Figura 9 – Diagrama de flujo. a) Secuencia de la estación de control. b) Secuencia de la estación neumática.

Así mismo, en la figura 9 (b), se muestra de forma general el diagrama de flujo de la secuencia de la estación neumática. Esta inicia al activar la estación y enseguida se resetean todas las variables y se escoge el modo de operación; en el “modo automático” las órdenes a ejecutar provendrán de la estación Central de control, en el “modo manual” las operaciones a ejecutar serán introducidas por el operador en la misma estación neumática. Después de establecer el modo de operación se continúa con una solicitud para estacionar un pallet vacío en el puerto de la estación, esta solicitud es enviada a la estación central de control. Posteriormente con la subrutina “alarmas” se asegura de que existan piezas para realizar el pedido, de lo contrario el proceso se pone en pausa hasta que haya piezas disponibles. Se procede con la ejecución de varias subrutinas que culminan con la entrega del pedido solicitado en la banda transportadora; antes de continuar con el siguiente paso se ejecuta una condición que supervisa que se hayan completado todos los pedidos, en caso de no ser así, se repite la secuencia hasta completar todos los pedidos.

En la figura 10, se muestra de forma general el diagrama de flujo de la secuencia de la estación de almacenamiento.

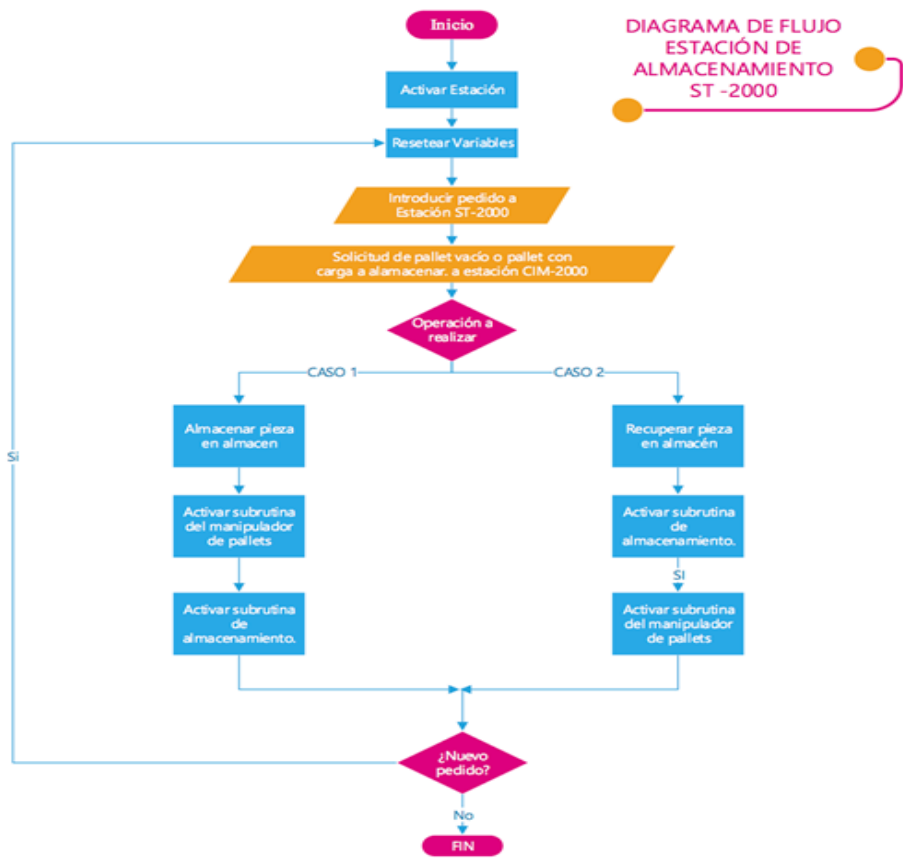


Figura 10 – Diagrama de flujo para la secuencia de la estación de almacenamiento.

La secuencia en la estación de almacenamiento comienza con la activación de la estación, se resetean las variables y se reciben órdenes provenientes de la estación central de control o desde la misma estación de almacenamiento. En caso de que se vaya a recuperar una pieza de almacén, se prosigue con la solicitud para estacionar un pallet vacío en el puerto de la estación; por otro lado, si se almacena una pieza en el almacén, solo se solicita el pallet que contiene la pieza a almacenar. Se prosigue con la cadena de subrutinas que llevan al cumplimiento del pedido. Al término de las secuencias se evalúa si desea un nuevo pedido.

Una vez realizados los diagramas de flujo, se prosiguió a desarrollar los programas en Grafset en los controladores. En la figura 11 se muestra el programa principal de la estación de control.

3.7. Pruebas y resultados

Se establecieron una serie de pruebas para verificar la lógica de programación y así comprobar el funcionamiento de la nueva lógica establecida para el CIM. Entre las

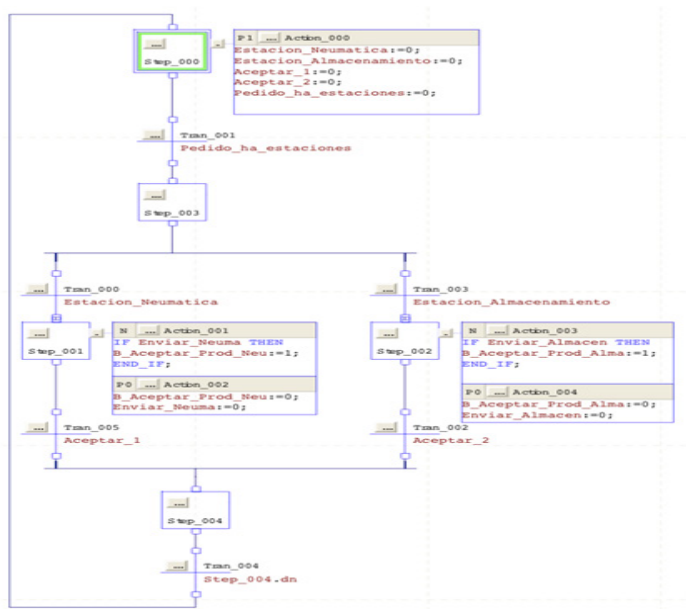


Figura 11 – Programa principal de la estación de control.

pruebas que se realizaron fue la verificación de la conexión física de todos los dispositivos utilizados, comprobando que no hubiera una conexión inadecuada ni falsos contactos. Una vez realizado esto, se prosiguió con las pruebas en el software, verificando que todas las señales de entrada y salida de cada una de las estaciones de trabajo fueran las adecuadas, para después realizar su activación.

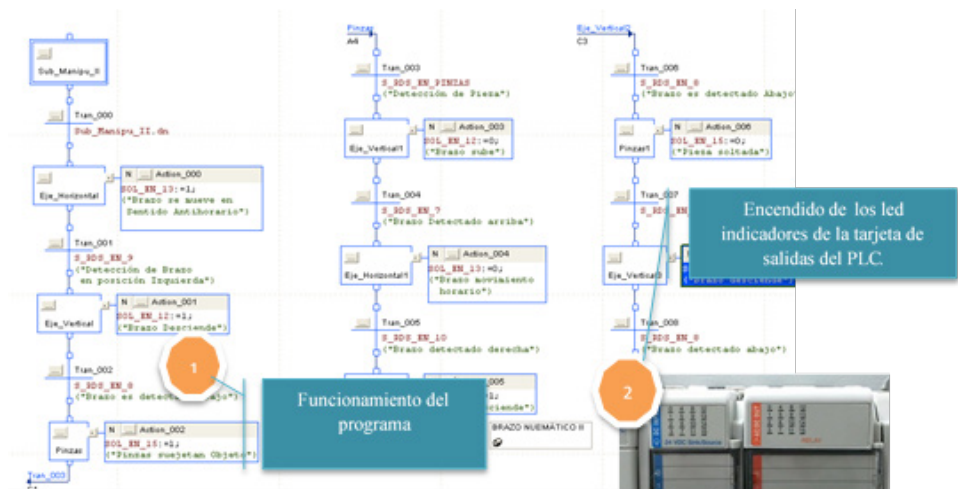


Figura 12 – Pruebas de accionamiento de sensores.

En la figura 12 se observa la prueba de accionamiento de los sensores, donde se ve el funcionamiento del programa y los leds en la tarjeta de salidas del PLC. En la figura 13, se muestra la prueba de comunicación entre estaciones. Una vez realizado esto, se activaron cada una de las estaciones de trabajo por separado, para comprobar que la

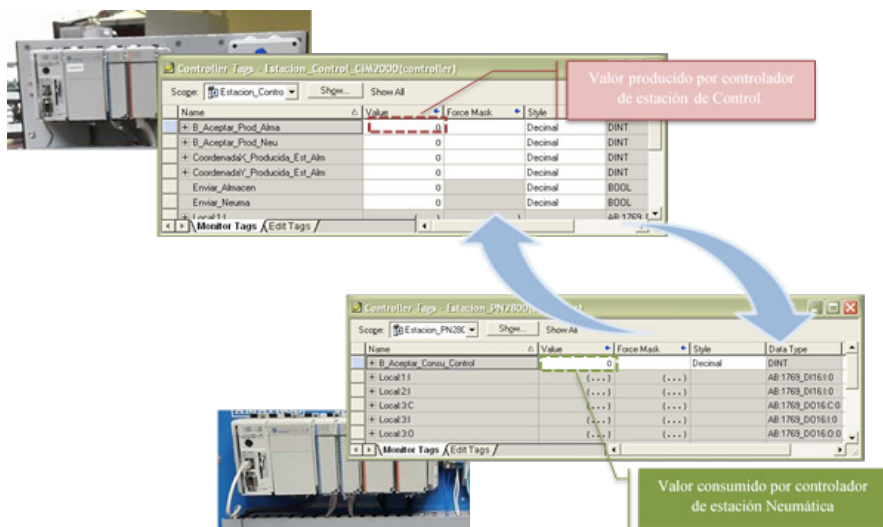


Figura 13 – Pruebas de comunicación entre estaciones.

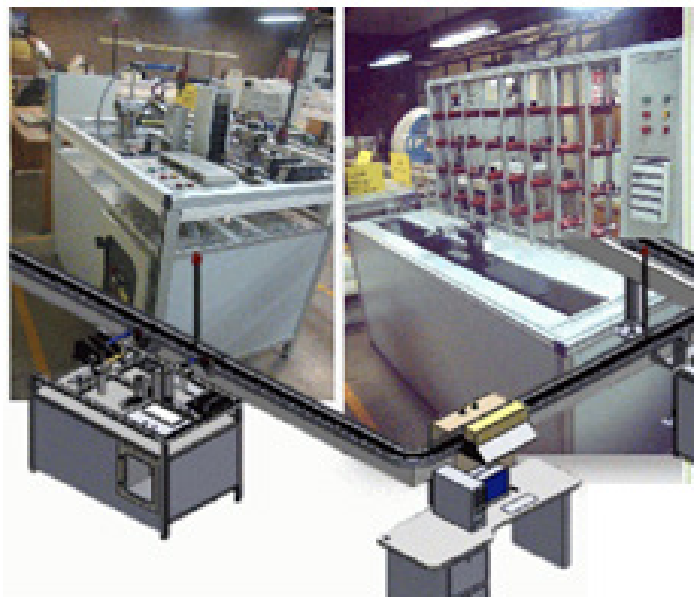


Figura 14 – Integración de las estaciones de trabajo.

secuencia de operación programada fuera la correcta de acuerdo con la secuencia de establecida. Por último, se realizó la integración de todo el sistema, activando todas las estaciones de trabajo, verificando el adecuado funcionamiento del CIM (Figura 14).

4. Conclusiones

El completo rediseño de la instalación eléctrica permite la reducción del cableado necesario para conectar y alimentar todos los dispositivos. Por otra parte, el uso del protocolo Ethernet/IP, sólo necesita un cable para la transmisión de datos, de modo que contribuye a la reducción del cableado.

Los nuevos controladores tienen mejores y más prestaciones en comparación con los viejos PLC que poseía el CIM-2000. Los controladores CompactLogix 5370-L3 y L2 permiten la expansión de los módulos de E/S par futuras ampliaciones del CIM. Estos PLC soportan diversos lenguajes de programación, proporcionando una mayor flexibilidad al momento de programar. También, el uso de datos tipo, productores y consumidores, permite que el intercambio de datos entre los controladores sea fácil y rápida. Además de que permiten una comunicación fluida entre las estaciones.

El cambio del protocolo de comunicación, de Modbus a Ethernet/IP, da mayor aprovechamiento de más funciones. Este protocolo permite el manejo de la información en el tiempo en que aplicaciones discretas son ejecutadas y de proceso continuo, lotes, seguridad, variadores, movimiento y alta disponibilidad, además conecta dispositivos tales como arrancadores de motor y sensores a controladores.

Como trabajo futuro, se propone implementar una interfaz de usuario que permita la supervisión y monitoreo del proceso durante la ejecución de la programación, para que los alumnos puedan entender rápidamente el estado de la máquina y tomen mejores decisiones.

Referencias

- Association, O. D. (2003). *Recommended IP Addressing Methods for EtherNet/IP™ Devices*. Ann Arbor, Michigan, United States.
- Automation, R. (2008). *RSLink Classic, Cómo Obtener Resultados con RsLink Classic*. Milwaukee, United States.
- Automation, R. (2012). *Quick Start, CompactLogix 5370 L3 Controllers*. Milwaukee, United States.
- Automation, R. (2013). *Quick Start, CompactLogix 5370 L2 Controllers*. Milwaukee, United States.
- Automation, R. (2015). *Technical Data, 1769 Compact I/O Modules Specifications*. Milwaukee, United States.
- Automation, R. (2018). *Reference Manual, LOGIX 5000 Controllers General Instructions Reference Manual*. Milwaukee, United States.

- Elanchezhian, C., Sunder, T., & Shanmuga, G. (2007). *Computer Aided Manufacturing*. New Delhi: Laxmi Publications.
- García, A., & Castillo, F. (2007). *CIM, el computador en la automatización de la producción*. España: Universidad de Castilla-La Mancha.
- Grover, M. P., & Wu, Z. E. (1984). *CAD/ CAM: Computer- Aided Desing and Manufacturing*. New Jersey: Prentice Hall Inc.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2001). *Manufacturing Engineering and Technology*. U.S.A: Prentice-Hall Inc.
- ODVA. (2008). *EtherNet/IP Quick Start for Vendors Handbook*. Ann Arbor, Michigan, United States.
- Porras, A. (2003). *Automatas Programables*. México: McGraw Hill.
- Radhakrishnan, P., Subramanyan, S., & Raju, V. (2000). *CAD/ CAM / CIM*. New Delhi: New Age International.
- System, I. T. (1994). *Sistema de Entrenamiento del CIM-2000 Mechatronics. Manual de aprendizaje de la estación central de control*. México: Degem System.

Proposta de um sistema de aprendizagem móvel com foco nas características e aplicações práticas da indústria 4.0

Eduardo dos Santos de Sá Carvalho¹, Nemésio Freitas Duarte Filho¹

edussc356@gmail.com, nemesio@ifsp.edu.br

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - IFSP, 14169263, Sertãozinho, Brasil

DOI: 10.17013/risti.27.36–51

Resumo: Sistemas de aprendizagem móvel surgem como uma importante alternativa de potencializar o ensino e a aprendizagem virtual. Neste contexto, a aprendizagem móvel vem sendo utilizada em diversas áreas do conhecimento, principalmente na área das Engenharias, flexibilizando e motivando o ensino e o treinamento por parte dos aprendizes e trabalhadores, sobretudo em relação as temáticas mais teóricas e abstratas. Deste modo, este trabalho tem o objetivo de desenvolver um sistema de aprendizagem móvel com foco nos conceitos e aplicações práticas da Indústria 4.0. O sistema foi construído sob a forma *web design responsivo*, apresentando definições, terminologias, e um conteúdo educacional específico capaz de motivar e disseminar o conhecimento sobre o contexto da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Aprendizagem Móvel; Sistema Educacional.

Proposal for a mobile learning system focusing on the characteristics and applications practical of industry 4.0

Abstract: Mobile learning systems emerge as an important alternative to enhance teaching and virtual learning. In this context, mobile learning has been used in several areas of knowledge, especially in the area of Engineering, making teaching and training more flexible and motivated by apprentices and workers, especially in relation to more theoretical and abstract themes. Therefore, this project aims to develop a mobile learning system focused on the concepts and guidelines of Industry 4.0. The system was constructed in the form of responsive web design, presenting definitions, terminologies, and a specific educational content capable of motivating and disseminating knowledge about the context of Industry 4.0.

Keywords: Industry 4.0; Mobile Learning; Educational System.

1. Introdução

Nos últimos anos, um novo contexto da indústria, denominada indústria 4.0 vem surgindo, revolucionando a forma de planejar e executar a manufatura industrial.

A Indústria 4.0, integrada com aspectos tecnológicos, proporciona a execução de “Fábricas Inteligentes” com estruturas modulares, capazes de aumentar a produção e economizar custos.

De modo geral, a indústria 4.0 não é simplesmente um novo conceito, mas sim um conjunto de definições e tecnologias que em sinergia, podem proporcionar diversos benefícios na área industrial. Nesse contexto, por meio dos benefícios proporcionados pela aprendizagem móvel, já é possível observar e identificar iniciativas na literatura da utilização da aprendizagem móvel na área da Engenharia e Indústria (Bidin and Ziden, 2013; Ally, 2009; Liu, 2016), flexibilizando o ensino e o treinamento de aprendizes e trabalhadores. A aprendizagem móvel aplicada diretamente na indústria também proporciona a melhora na disseminação do conhecimento, em relação à novas tecnologias, conceitos, instruções, entre outros aspectos do dia a dia de um profissional da área.

Por ser um contexto novo, a indústria 4.0 possui carências em relação a informações, padronizações e conceitualizações. Algumas tecnologias ainda são abstratas em relação a sua aplicação prática, necessitando de um bom direcionamento e diretrizes de utilização. Um modelo educacional, desenvolvido sobre os preceitos da aprendizagem móvel pode possibilitar aos usuários contribuir, participar e acessar informações relevantes sobre esse novo contexto industrial através de dispositivos móveis, tais como celulares, i-pods, laptops, tv, entre outros, a qualquer momento e em qualquer lugar (Schepman et al. 2012).

Ressalta-se também, que além de modificações e adaptação nas indústrias, os profissionais (frente a esse novo contexto) também vão precisar se adaptar e atualizar (Gilchrist, 2016). Uma forma eficaz de se iniciar este processo é por meio da disseminação de informações/conhecimento, entender e compreender (através de um conteúdo educacional lúdico) o que é a indústria 4.0, para que serve, e como poderá ser utilizada na prática.

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de aprendizagem móvel sobre as características e aplicações práticas da indústria 4.0, proporcionando uma melhora na disseminação do conhecimento desta área, ajudando alunos e profissionais. O sistema foi avaliado com a ajuda de especialistas (professores) e alunos, sendo identificados aspectos positivos e negativos (melhorias) em sua utilização prática.

O artigo encontra-se organizado como se segue. Na seção 2 é apresentado o referencial teórico, introduzindo conceitos sobre aprendizagem móvel e indústria 4.0. A seção 3 traz o planejamento e execução da revisão sistemática, forma que os autores utilizaram para sintetizar informações conceituais e exemplificações práticas sobre a indústria 4.0. A seção 4 apresenta a visão geral do sistema educacional, juntamente com as suas principais funcionalidades. A seção 5 mostra a validação do sistema. E por fim, na seção 6 temos a conclusão, juntamente com as perspectivas para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

2.1. Aprendizagem Móvel

Nos últimos anos, temas relacionados ao ensino e aprendizagem têm sido discutidos e estudados pela comunidade científica. Os sistemas e ambientes de aprendizagem têm apresentando uma crescente importância tornando-se fundamental para o ensino e

treinamento, sendo relevantes em ambientes acadêmicos, organizacionais e até mesmo dentro da área da indústria. Partindo deste raciocínio, muitas organizações e instituições estão cada vez mais utilizando sistemas de apoio ao ensino, proporcionando maior treinamento, disseminação do conhecimento e aperfeiçoamento de aprendizes, sejam eles pesquisadores, profissionais da área, ou interessados (Duarte Filho and Barbosa, 2015).

É possível verificar que o avanço tecnológico possibilitou uma nova realidade educacional. A integração entre as práticas educacionais juntamente com o avanço da tecnologia tem provocado uma mudança de comportamento nos aprendizes, professores e tutores em relação ao processo de ensino e aprendizagem (Svetlana, 2009). Um de seus efeitos é o aumento crescente da quantidade de informação disponível e acessível aos usuários.

Esses conceitos, juntamente com o advento e desenvolvimento da computação ubíqua, vêm proporcionando uma nova modalidade de ensino – a aprendizagem móvel ou *mobile learning* (m-learning) (Kinshuk, 2003; Nah, 2008; O'Malley, 2003; Wexler, 2008). A aprendizagem móvel caracteriza-se pela capacidade de proporcionar uma forte interação entre os aprendizes, professores e tutores, possibilitando aos mesmos contribuir, participar e acessar o ambiente de ensino por meio de dispositivos móveis (celulares, tablets, laptops, rádio, tv, entre outros).

Para proporcionar maior comodidade aos aprendizes e facilitar o acesso e utilização de materiais didáticos, a aprendizagem móvel utiliza-se das tecnologias de redes sem fio, Bluetooth, Wireless Application Protocol (WAP), General Packet Radio System (GPRS), Infra Red (IR) de recursos fornecidos pela telefonia celular, além das linguagens EXtensible Markup Language (XML) e Java, dos serviços de correio de voz e de mensagens curtas (SMS), da capacidade de transmissão de fotos, dos serviços de e-mail, mensagens multimídia (MMS) e vídeo sob demanda (Keegan, 2005).

Por se tratar de um paradigma novo e emergente, há diversas tentativas para se definir aprendizagem móvel. Koschembahr (2000) define aprendizagem móvel como qualquer tipo de ensino ou aprendizagem que ocorre quando o aluno não está em algum lugar fixo, ou quando o indivíduo se aproveita de oportunidades de aprendizagem disponibilizadas pelas tecnologias móveis, associando assim os conceitos tecnológicos e de mobilidade. Ozdamli and Cavus (2011) abordam aprendizagem móvel como uma atividade que permite aos indivíduos serem mais produtivos quando consomem, criam ou interagem com as informações, mediados por dispositivos digitais móveis e portáteis.

Este novo contexto de ensino além de facilitar a aprendizagem de seus usuários, pode também ser utilizado para apoiar o treinamento de trabalhadores no seu ambiente de trabalho. Assim os usuários trabalhadores podem passar mais tempo onde necessitam estar, e também dedicar o seu tempo à uma possível formação continuada (Koschembahr, 2000). Porém, por ser um modelo de aprendizagem emergente, os sistemas de aprendizagem móvel podem apresentar algumas limitações em sua utilização, como por exemplo: poder de processamento reduzido; tela de tamanho variado; energia limitada (dependente de baterias); comunicação com taxas de transmissão, geralmente, menores do que as das redes fixas; aspectos de usabilidade; entre outras (Xie, 2016).

Independentemente da definição adotada e eventuais limitações de uso, a utilização de sistemas de aprendizagem por meio de dispositivos móveis traz benefícios que vão além da acessibilidade, comodidade e comunicação (Schepman et al. 2012). Por exemplo,

com dispositivos móveis os aprendizes podem utilizar aplicativos (processamento de texto, fotos), ambientes específicos de aprendizagem, acesso à Web, ferramentas de colaboração, redes sociais, adaptação ao contexto, feedback imediato, entre outros aspectos.

2.2. Indústria 4.0

O desenvolvimento, incorporação e aplicação de recentes inovações tecnológicas têm provocado mudanças sociais e econômicas. Estas mudanças, em acelerada expansão, alcançaram uma escala e escopo significativos, de modo que diversos estudos técnicos têm sugerido que estaríamos iniciando uma quarta revolução industrial, contexto este denominado “Indústria 4.0” (Gilchrist, 2016).

De acordo com Lee et al. (2015), a Indústria 4.0 é um conceito de indústria proposto recentemente e que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura.

Entendendo a indústria 4.0 como uma evolução dos sistemas produtivos industriais, podemos listar alguns benéficos previstos e já estudados e baseados no impacto nas organizações (Gilchrist, 2016; Lasí et al., 2014): (1) Redução de Custos; (2) Economia de Energia; (3) Aumento da Segurança; (4) Conservação Ambiental; (5) Redução de Erros; (6) Fim do Desperdício; (7) Transparência nos Negócios; (8) Aumento da Qualidade de Vida; (9) Personalização e Escala sem Precedentes, entre outros.

Quando dizemos que a internet está na indústria, no meio produtivo, devemos pensar num ambiente onde todos os equipamentos e máquinas estão conectadas em redes e disponibilizando informações de forma única, esse conceito é chamado de Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*) (Lee et al., 2015).

A partir de Sistemas Cyber-Físicos, Internet das Coisas e Internet dos Serviços, os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes, autônomos e customizáveis. Isso significa um novo período no contexto das grandes revoluções industriais (Lee et al., 2015). Com as fábricas inteligentes, diversas mudanças ocorrerão na forma em que os produtos serão manufaturados, causando impactos em diversos setores do mercado.

A tecnologia base responsável por este conceito é o IoT – *Internet of Things* (Internet das Coisas) e o M2M – *Machine to Machine* (Máquina para Máquina). A Internet das Coisas, como comentado anteriormente é a conexão lógica de todos os dispositivos e meios relacionados ao ambiente produtivo em questão, os sensores, transmissores, computadores, células de produção, sistema de planejamento produtivo, diretrizes estratégicas da indústria, informações de governo, clima, fornecedores, tudo sendo gravado e analisado em um banco de dados (Lee et al., 2015).

Existem seis princípios (Brettel and Rosenberg, 2014) para o desenvolvimento e implantação da indústria 4.0, que definem os sistemas de produção inteligentes que tendem a surgir nos próximos anos. São eles:

- Capacidade de operação em tempo real: consiste na aquisição e tratamento de dados de forma praticamente instantânea, permitindo a tomada de decisões em tempo real.

- Virtualização: simulações já são utilizadas atualmente, assim como sistemas supervisórios. No entanto, a indústria 4.0 propõe a existência de uma cópia virtual das fabricas inteligentes. Permitindo a rastreabilidade e monitoramento remoto de todos os processos por meio dos inúmeros sensores espalhados ao longo da planta.
- Descentralização: a tomada de decisões poderá ser feita pelo sistema cyber-físico de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Além disso, as máquinas não apenas receberão comandos, mas poderão fornecer informações sobre seu ciclo de trabalho. Logo, os módulos da fábrica inteligente trabalharão de forma descentralizada a fim de aprimorar os processos de produção.
- Orientação a serviços: utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliado ao conceito de *Internet of Services*.
- Modularidade: produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente.

3. Revisão Sistemática

Revisão Sistemática é uma metodologia utilizada para realizar revisões bibliográficas de forma organizada, possibilitando avaliar e interpretar todos os trabalhos relevantes disponíveis sobre um determinado assunto. As Revisões Sistemáticas têm o objetivo de apresentar uma avaliação justa de um tema de pesquisa, proporcionando maior fundamentação teórica e confiabilidade científica (Kitchenham, 2004).

A revisão sistemática, neste trabalho, foi utilizada para selecionar os principais conceitos sobre indústria 4.0, juntamente com artigos que analisassem aplicações práticas e características da indústria 4.0. Todas as informações coletadas foram sintetizadas em um sistema de aprendizagem móvel baseada nesse contexto.

Levando em consideração o contexto de execução deste trabalho, na etapa de planejamento foi estabelecido o protocolo da revisão, deste modo, foram propostas e levantadas questões relacionadas à pesquisa, sendo feita a seleção das fontes de informações e, por fim, a seleção dos estudos. A Tabela 1 resume os objetivos principais e secundários da pesquisa.

Objetivos Principais	Objetivos Secundários
Identificar os principais estudos de casos e aplicações práticas no contexto da indústria 4.0.	Verificar as principais dificuldades e limitações das as indústrias com relação à implementação das novas tecnologias na indústria 4.0.
Identificar as principais tecnologias, padrões e conceitos da indústria 4.0.	Analisar onde e quando vem sendo utilizadas as novas ideias da indústria 4.0.

Tabela 1 – Objetivos Principais e Secundários

As questões para a pesquisa foram levantadas da seguinte forma (Tabela 2).

Questões
Questão 1: Existem estudos de casos e aplicações práticas no contexto da indústria?
Questão 2: Quais as principais tecnologias, conceitos e padrões da indústria 4.0 utilizados em um contexto real?
Questão 3: Quais são os principais requisitos para a implementação da indústria 4.0 no meio?
Questão 4: Quais os principais aspectos temporais e de localidade que estão sendo utilizados na aplicação prática da indústria 4.0?

Tabela 2 – Questões da Pesquisa

Depois de estabelecido as questões de pesquisa, foram definidas as estratégias de busca. Para isso, foram definidos critérios para a seleção das fontes de busca, palavras-chaves e *strings* de busca. Alguns critérios foram definidos em relação às fontes de busca, proporcionando a coleta de informações relevantes ao tema da pesquisa. Fontes de busca foram escolhidas levando em consideração o impacto e a abrangência na área da “Indústria” e “Engenharias”. A partir dos critérios analisados, foram escolhidas como fontes de pesquisa: *IEEE Xplore*, *ACM Digital Library*, *Springer Link*, *Science Direct* (*Scirus*), *Scopus*, *ISI Web Knowledge (Web of Science)*, *Google Scholar*, *EI Compendex*.

Crítérios de inclusão e exclusão também foram definidos para esta pesquisa. A Tabela 3 sintetiza os critérios estabelecidos.

Crítérios de Inclusão (CI)	Crítérios de Exclusão (CE)
Estudos primários que mostram aplicações práticas e análises de estudos de casos no contexto da indústria 4.0	Estudos primários que evidenciam aplicações da indústria 4.0 sem embasamento prático ou real
Estudos primários que destacam características e conceitos utilizados em um contexto real da indústria 4.0	Estudos primários que estejam em idiomas diferentes do inglês e português, dificultando a coleta e a identificação de informações
Estudos primários em que a indústria 4.0 seja aplicada no meio de produção	Estudos primários que não estejam disponíveis para download na base de dados, pois para uma análise eficiente todo o documento deve ser lido

Tabela 3 – Crítérios de Inclusão e Exclusão

Na etapa seguinte, o processo de construção da string de busca exige atenção, já que sua definição está ligada diretamente aos objetivos, escopo e resultados da pesquisa. Antes da definição da *string* de busca, testes foram realizados nas próprias bases de dados, utilizando alguns sinônimos definidos nas palavras-chaves, verificando a forma e a quantidade de resultados obtidos. Tendo como base os testes realizados, a string genérica utilizada nas fontes de pesquisa foi definida da seguinte forma:

(“Industry 4.0” OR “Smart Industry” OR “Smart Manufacturing” OR “Fourth Industrial Revolution”) AND (“Case study” OR “Practical Application” OR “Real Applications”)

Tendo como base a string genérica foram construídas *strings* específicas para cada base de dados. As buscas foram realizadas a partir das palavras-chaves, sendo inseridas no título e no abstract dos trabalhos em relação às bases de dados definidas anteriormente.

A partir das buscas realizadas, 213 documentos foram retornados. Após a análise, foram selecionados 129 trabalhos, os quais estavam integralmente disponíveis para leitura (Tabela 4).

Base de Dados	Resultado Total	Resultado pós Análise
ACM Digital Library	3	2
EI Compendex	25	1
Google Scholar	66	66
IEEE Xplore	34	34
ISI web knowledge (Web of Science)	0	0
Science Direct (Scirus)	14	8
Scopus	36	0
Springer Link	35	18
Resultado Final	213	129

Tabela 4 – Resultado Parcial da Revisão Sistemática

Após a leitura dos resumos dos 129 estudos primários e a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, o número de trabalhos foi reduzido para 20. A relação das bases de dados e artigos selecionados é sintetizada na Tabela 5.

Os 20 estudos foram lidos e analisados em conformidade com os objetivos e as questões definidas previamente. Para cada trabalho analisado os autores identificaram características importantes para uma aplicação educacional com foco na indústria 4.0, sintetizando principalmente elementos relacionados as características, definições e exemplificações praticas da indústria.

4. Sistema de Aprendizagem Móvel com foco na Indústria 4.0

Após a síntese e análise de toda a informação sobre a indústria 4.0, foi feito o desenvolvimento da parte prática, ou seja, partindo para o desenvolvimento de um sistema computacional. O desenvolvimento foi realizado utilizando tecnologias web, proporcionando maior portabilidade e adequações aos dispositivos móveis. Sendo identificados os principais requisitos funcionais e não funcionais do sistema educacional.

O conteúdo educacional (sendo incorporado ao sistema computacional) foi desenvolvido com as informações e análises das pesquisas realizadas anteriormente, ela foi organizada de forma simples e lúdica, utilizando uma ordem crescente de informações (desde aspectos introdutórios, até as conclusões sobre temáticas da indústria 4.0). Para melhorar o entendimento, de forma didática, foram utilizados diversos recursos multimídia:

ID	Título do Trabalho	Fonte
1	A Modular Web Framework for Socio-CPS-Based Condition Monitoring	IEEE
2	Attribute identification and predictive customisation using fuzzy clustering and genetic search for Industry 4.0 environments	Google Scholar
3	Big data oriented macro-quality index based on customer satisfaction index and PLS-SEM for manufacturing industry	IEEE
4	Big-data-driven anomaly detection in industry -4.0- An approach and a case study	IEEE
5	Brushless DC motors as parts of Smart Factories	IEEE
6	Collaborative maintenance in flow-line manufacturing environments An Industry 4.0 approach	Science Direct
7	Cyber-Integrated Big Data Analytics Agent for Industry 4.0 Applications	Google Scholar
8	Cyber-Physical System for maintenance in industry 4.0	Google Scholar
9	Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment	Science Direct
10	Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios	IEEE
11	Disruption-free software updates in automation systems	IEEE
12	Identifying Smart Design Attributes for Industry 4.0 Customization Using a Clustering Genetic Algorithm	Google Scholar
13	Importance_of_Production_Environments_When_Applyin	Google Scholar
14	Improving maintenance processes with distributed monitoring systems	IEEE
15	Industrial Maintenance with Augmented Reality Two Case Studies	ACM Digital Library
16	Industry 4.0 Applications - Case Study of Fortune Electric	Google Scholar
17	Integration of agent technology into manufacturing enterprise A review and platform for industry 4.0	IEEE
18	Production related IT solutions in the operation of factories	IEEE
19	Self-organizing tool for smart design with predictive customer needs and wants to realize Industry 4.0	IEEE
20	Visualization of RFID-enabled shopfloor logistics Big Data in Cloud Manufacturing	Springer Link

Tabela 5 – Resultado Final da Revisão Sistemática

imagens, vídeos, gifs e outros elementos. Também foram inseridos exercícios/testes para uma melhor fixação do conhecimento.

O sistema foi desenvolvido para atingir diferentes tipos de públicos, como estudantes interessados no assunto, professores da área de engenharia, trabalhadores do setor industrial, ou até mesmo para pessoas leigas que estão indo em busca do conhecimento e se interessam pelo tema abordado.

4.1. Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do sistema educacional foi definido nas seguintes etapas.

1. *Concepção e Definição do Escopo*: a definição da problemática surgiu a partir das necessidades e carências encontradas na comunidade e no meio científico, e também por se tratar de um tema recente. Muitos embasamentos teóricos da indústria 4.0 não são demonstrados na prática, se tornando um tema mais teórico e abstrato, dificultando o seu entendimento por parte dos alunos.
2. *Estudo dos Materiais*: para uma melhor coleta e direcionamento dos materiais foi conduzida uma revisão sistemática, possibilitando a coleta de diferentes artigos relevantes e confiáveis, dentro do tema desejado. Os artigos finais (após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão) foram lidos por completo, sintetizando informações relevantes ao contexto educacional.
3. *Identificação e estudo de tecnologias para o desenvolvimento de aplicações móveis*: após a síntese e análise de toda a informação sobre a indústria 4.0 e aprendizagem móvel, foi feito o desenvolvimento da parte prática. O sistema foi desenvolvido utilizando a ferramenta Phonegap¹, possibilitando a criação de um sistema híbrido e ao mesmo tempo portátil e responsivo em diferentes plataformas mobile. A linguagem de programação utilizada foi o HTML 5², e consequentemente outras bases de programação web foram utilizadas: o CSS 3³ e o JavaScript⁴. Com o HTML 5 foi feita toda a parte de estruturação e nomenclatura do programa, já o CSS 3 ajudou na definição do estilo do sistema, e por fim, o JavaScript foi utilizado para reproduzir pequenas animações e eventos em relação a parte do cliente da aplicação.
4. *Identificação e seleção dos tópicos a serem explorados*: os tópicos educacionais do sistema foram elaborados da seguinte maneira: (1) início, (2) introdução, (3) pilares da indústria 4.0, (4) exemplos práticos, (5) exercícios, e (6) bibliografias. Essa ordem foi definida para proporcionar maior flexibilidade e dinamismo aos alunos. Ressalta-se também que dentro dessa estrutura também foram inseridos subitens para melhor dividir e segmentar as informações educacionais no sistema.
5. *Avaliação*: para demonstrar a aplicabilidade prática do sistema educacional, foram realizados testes e atividades com professores e alunos, possibilitando a identificação de limitações e possíveis melhorias no sistema.

4.2. Principais Características e Funcionalidades

O sistema foi implementado procurando incorporar interações de usabilidade (Figura 1), visando atingir o maior número de usuários e também uma maior facilidade de acesso a eles, sendo elas:

- Web Responsivo (Figura 1.a): pode-se dizer que uma das principais características desta aplicação prática é a responsividade, pois a aplicação consegue se

¹ <https://phonegap.com/>

² <https://www.w3schools.com/html/>

³ <https://www.w3schools.com/css/>

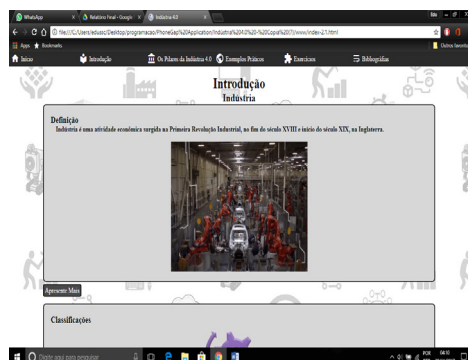
⁴ <http://tableless.github.io/iniciantes/manual/js/>

adequar a diversos dispositivos móveis, ou tamanhos de telas diferentes, sem descaracterização ou perdas de informações;

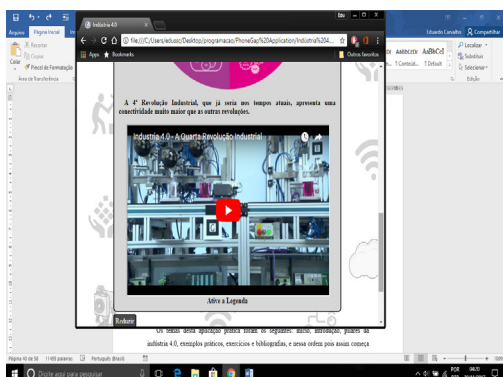
- **Informações Complementares (Figura 1.b):** para que não haja uma sobrecarga cognitiva frente aos usuários do sistema em relação a leitura em um dispositivo móvel, o sistema educacional utiliza recursos para “ocultar informações complementares”, por meio de botões, onde o aprendiz pode acessar quando quiser e quando achar necessário as informações adicionais do texto.
- **Recurso Multimídia (Figura 1.c):** para efeitos lúdicos e de exemplificações, foram utilizados vários recursos multimídia, como por exemplo: imagens, vídeos, gifs, e também links externos;
- **Segmentação de Temas (Figura 1.d):** Os temas da aplicação foram segmentados, tentando contemplar um histórico sobre o contexto da indústria 4.0, levando em consideração as seguintes temáticas: **início, introdução, pilares da indústria 4.0, exemplos práticos, exercícios e bibliografias**. Para cada tópico, foram inseridos subitens/divisões que possibilita o leitor a continuar a sua leitura em momentos distintos. Para isso, foi criada uma “paginação”



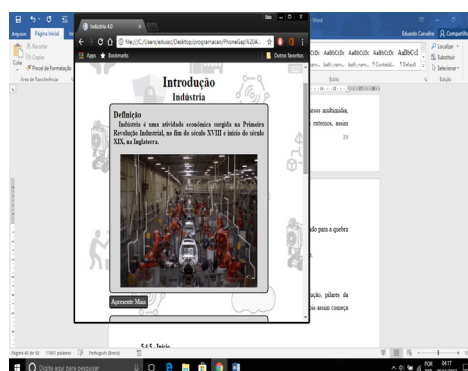
(a) Web Responsivo



(b) Informações Complementares



(c) Recurso Multimídia



(d) Segmentação de Temas

Figura 1 – Aspectos de Usabilidade do Sistema

segmentada, possibilitando o leitor avançar e retroceder quando ele quiser em relação a um determinado tópico do sistema educacional.

Como ressaltado anteriormente, as temáticas do conteúdo do sistema foram divididas em seções menores para um melhor entendimento, tendo os seguintes objetivos e descrições (Figura 2):

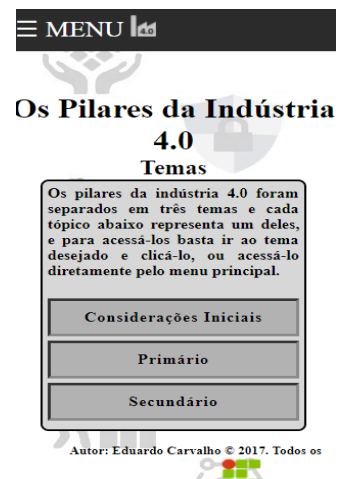
- Início (Figura 2.a): o início, ou a capa, possui basicamente dois menus de acesso ao usuário, um mais simples, apenas com os principais tópicos do sistema, e um



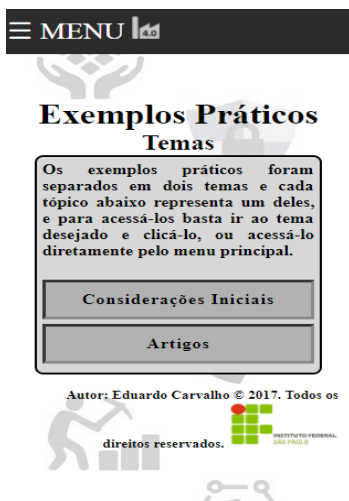
(a) Início



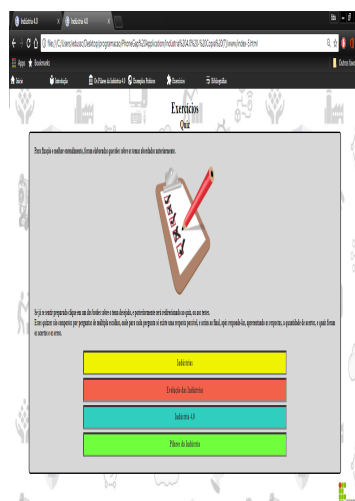
(b) Introdução



(c) Pilares da Indústria 4.0



(d) Exemplos Práticos



(e) Exercícios



(f) Bibliografias

Figura 2 – Segmentação do conteúdo educacional

menu mais complexo com imagens (clicáveis), descrição da versão do sistema e uma sintetização de todos os temas apresentados na aplicação educacional;

- Introdução (Figura 2.b): a introdução é composta por subtemas: indústrias (o que é), evolução das indústrias (histórico e exemplos) e indústria 4.0 (apresentação de novos conceitos). Para cada tema foi realizado uma breve apresentação e análise, apresentando conceitos/definições, classificações, comparações e outros aspectos;
- Pilares da Indústria 4.0 (Figura 2.c): os pilares da indústria 4.0 foram separados em dois grandes grupos, facilitando a análise e o entendimento por parte dos alunos. Nestes grupos apresentamos elementos relacionados diretamente com aspectos tecnológicos, *big data*, internet das coisas, conectividade, adaptação ao contexto, entre outros fatores aplicados na indústria 4.0;
- Exemplos Práticos (Figura 2.d): esta seção apresenta exemplificações práticas da indústria 4.0, no mundo atual, juntamente com características e curiosidades. Todas as exemplificações foram tiradas dos artigos analisados, tendo como objetivo mostrar ao leitor as inúmeras possibilidades de aplicações da indústria 4.0 na atualidade.
- Exercícios (Figura 2.e): como forma de fixação do conhecimento adquirido, foram desenvolvidos exercícios na modalidade de questões fechadas. Os exercícios foram divididos em quatro grupos, com várias questões de múltiplas escolhas. Cada pergunta possui apenas uma resposta correta, e ao efetuar a respostas, o sistema emite um feedback instantâneo, mostrando a resposta correta e uma breve explicação em relação ao erro ou acerto da resposta.
- Bibliografia (Figura 2.f): por fim, foi elaborada uma seção onde foi inserida toda a bibliografia utilizada, permitindo que o leitor, sendo ele aluno ou professor, possa se aprofundar na contextualização da indústria 4.0.

5. Validação

No contexto da validação do sistema educacional, foram utilizados alunos dos cursos “Tecnológico em Automação Industrial”, “Engenharia Elétrica” e “Engenharia Mecânica”; e professores especialistas na área de Engenharia. A participação e *feedback* dos participantes em uma avaliação prática do sistema é importante ao trabalho, pois proporciona um conjunto de críticas (positivas e negativas), garantindo melhorias e ajustes tanto em um nível técnico quanto educacional e pedagógico.

Para a realização desta validação, um grupo de 68 alunos receberam atividades a serem realizadas no sistema de aprendizagem móvel com foco no contexto da Indústria 4.0. Todas as atividades realizadas com os alunos foram instruídas e orientadas pelos autores do trabalho. Os alunos realizaram as seguintes atividades:

1. Baixar, instalar e acessar o sistema educacional: nesta atividade foi verificado a facilidade de instalação e acesso do sistema em diferentes dispositivos móveis. Os alunos tiveram à sua disposição diferentes dispositivos (cedidos pela faculdade), podendo também acessar a aplicação com o seu próprio aparelho móvel. Nenhum treinamento prévio foi realizado aos alunos (pois o objetivo foi verificar a facilidade de início em seu acesso e utilização). O que foi definido,

- foi apenas o local do repositório do sistema (*link*), e algumas informações sobre o objetivo do sistema e do experimento.
2. Iniciar e finalizar um módulo do sistema: o sistema possui vários módulos educacionais, segmentando informações introdutórias e avançadas sobre a Indústria 4.0. Nesta atividade, os alunos foram instruídos para escolherem um dos módulos e realizar a sua execução do início ao fim, passando por todos os slides e recurso educacionais (imagens, vídeos, infográficos, entre outros).
 3. Execução do simulado relacionado ao módulo estudado: o objetivo desta atividade foi verificar a fixação do conhecimento proporcionado pelo sistema educacional. Para isso, os alunos realizaram uma bateria de questões referentes ao módulo que foi executado/estudado na etapa anterior (ao final de cada módulo, o sistema disponibiliza uma bateria de questões na forma de simulado, referente ao conteúdo estudado, dando um **feedback** em relação as respostas certas e erradas). Nesta atividade, além do critério de fixação do conhecimento, outros critérios também foram avaliados, sendo eles: *feedback* das questões, organização, estrutura, pontuações, entre outros aspectos educacionais.
 4. Aplicação de um questionário: ao final da execução das atividades, os alunos responderam a um questionário *online* sobre diversos critérios do sistema educacional. O questionário teve como objetivo coletar informações sobre a percepção de uso do sistema por partes dos alunos, podendo os mesmos incorporar aspectos positivos e negativos da aplicação. As questões em sua maioria, possuíam opções de respostas em escala: Muito satisfatório, Satisfatório, Regular, e Insatisfatório.

O questionário *online* foi aplicado ao término da realização das atividades, sendo composto por critérios (Acesso, Módulo Educacional, Simulado e Informações Complementares). Para cada critério foram incorporadas questões de múltipla escolha para facilitar o seu preenchimento. A Tabela 6 apresenta os resultados obtidos juntamente com o número de itens e critérios de avaliação.

Além disso, ressalta-se que as informações complementares se referem a questões adicionais com campos editáveis (perguntas abertas), que permitiram aos participantes inferir pontos positivos/negativos. Nas Tabelas 6 e 7, a pontuação das informações complementares é apresentada como NA (Não se aplica).

Critério	Muito satisfatório	Satisfatório	Regular	Insatisfatório
Acesso do Sistema (10 itens)	69 %	25 %	4,5 %	1,5 %
Módulo Educacional (9 itens)	76,5 %	19 %	1,5 %	3 %
Simulado de Avaliação (9 itens)	67,5 %	26,5 %	3 %	3 %
Informações Complementares (3 itens)	NA	NA	NA	NA

Tabela 6 – Resultado do questionário com alunos.

De modo complementar, ao longo da validação do sistema, os autores verificaram também a necessidade de sintetizar a visão crítica do professor da área, sobre a utilização

do sistema educacional, principalmente em níveis pedagógicos e educacionais. O procedimento aplicado aos professores foi semelhante ao aplicado aos alunos, porém, com atividades e questões diferenciadas.

Ao final, foi realizado o preenchimento de um formulário online. Este procedimento foi realizado com a participação de 6 docentes. Destaca-se que os professores participantes são da área de Engenharia, possuindo um conhecimento prévio sobre o contexto da Indústria 4.0. A Tabela 7 sintetiza os resultados obtidos pela avaliação dos docentes.

Critério	Muito satisfatório	Satisfatório	Regular	Insatisfatório
Estrutura e Organização (7 itens)	67 %	16,5 %	16,5 %	0 %
Informação Educacional (12 itens)	50 %	33,5 %	16,5 %	0 %
Informações Complementares (4 itens)	NA	NA	NA	NA

Tabela 7 – Resultado do questionário com docentes da área.

De modo geral, é possível concluir que o sistema educacional móvel com foco no contexto da indústria 4.0 apresenta uma boa aceitação tanto por parte dos alunos quanto professores, possuindo níveis considerados aceitáveis frente a critérios de acesso, utilização via dispositivos móveis, conteúdo, *feedback* de informações, elementos didáticos/pedagógicos, gerenciamento, entre outros aspectos.

Após a análise dos dados, principalmente das questões abertas “Informações Complementares”, foi possível observar que tanto alunos quanto professores tiveram pontos semelhantes e convergentes em relação a aspectos de melhoria do sistema, sendo eles: (1) ausência de um tutorial auto explicativo (com vídeos e animações), que pudesse ajudar leigos na utilização inicial do sistema educacional; (2) ausência de múltiplos idiomas. A primeira versão do sistema apresenta apenas o idioma português; (3) ausência de aspetos ligados a acessibilidade, principalmente relacionados com pessoas com necessidades especiais (visuais, auditivas, entre outras); e (4) falta de funcionalidade para que o professor possa inserir novas informações. Todas as críticas/melhorias estão sendo analisadas e algumas já estão em desenvolvimento.

6. Conclusões

No contexto da indústria 4.0, verifica-se uma carência e necessidade de aplicações simples e flexíveis, que proporcionem uma aprendizagem adequada por meio de dispositivos móveis e que, ao mesmo tempo, ajude no entendimento e ensino dos conceitos e aplicabilidade prática da indústria 4.0.

Devido a esta carência, a pesquisa teve como objetivo a proposta e o desenvolvimento de um sistema de aprendizagem móvel, objetivando promover uma formação continuada aos aprendizes e demais interessados que buscam conhecimentos sobre o tema da indústria 4.0, tendo um cenário lúdico, didático e com foco principalmente nos conceitos e características da indústria 4.0.

O sistema educacional é direcionado para usuários em sua maioria graduandos (jovens entre 18 e 30 anos, principalmente dos cursos de engenharias e afins), sendo também útil para profissionais da área da indústria e pesquisadores. Todos estes podem utilizar o sistema para consultar informações e atualizar seus conceitos sobre temas específicos à indústria 4.0

O sistema foi desenvolvido sendo capaz de sintetizar diversas informações sobre o conceito de indústria 4.0, proporcionando um repositório educacional para o tema proposto. Possui uma interface amigável com diversas ferramentas direcionadas à aprendizagem, possibilitando um conteúdo didático adequado. Ao longo do desenvolvimento foram consideradas características de usabilidade a serem incluídas no sistema, visando maior flexibilidade, motivação, adaptação e percepção por parte dos aprendizes.

Ao longo da avaliação do sistema, através da aplicação de um questionário com especialistas e alunos da área, foram observados pontos positivos/negativos em relação a utilização em um contexto real. Os pontos limitantes identificados ao longo das avaliações foram: (1) ausência de tutoriais/manuais de uso; (2) falta de aspectos de acessibilidade; e (3) ausência de funcionalidade de gerenciamento do professor, possibilitando o mesmo fazer inserções de novos conteúdos.

Como trabalhos futuros, pretende-se modificar e evoluir o sistema de aprendizagem móvel, garantindo maior possibilidade de colaboração e contribuição entre os aprendizes. Para isso, um fórum/blog já vem sendo desenvolvido, incorporando dentro do sistema uma maior colaboração entre os seus usuários. Em segundo plano, será realizado a adição de novos conteúdos, novidades e atualizações sobre a indústria 4.0, permitindo que o sistema evolua, vendo que a temática abordada é atual e emergente.

Referências

- Ally, M. (2009). *Mobile learning: transforming the delivery of education and training*. Athabasca: Athabasca university press.
- Bidin, S., & Ziden, A. A. (2013). Adoption and application of mobile learning in the education industry. *Procedia-social and behavioral sciences*, 90, 720–729.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M., & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective. *International journal of mechanical, industrial science and engineering*, 8(1), 37–44.
- Duarte Filho, N. F., & Barbosa, E. F. (2015). A Contribution to the Establishment of Reference Architectures for Mobile Learning Environments. *IEEE-RITA*, 10, 234–241.
- Gilchrist, A. (2016). Introducing industry 4.0. in *Industry 4.0* (pp. 195-215). New York: apress.
- Keegan, D. (2005). The incorporation of mobile learning into mainstream education and training. In: *Proceedings of mlearning 2005-4th world conference on m-learning*, Cape Town, 2005.

- Kinshuk, T., Suhonen, J., Sutinen, E., & Goh, T. (2003). Mobile technologies in support of distance learning. *Asian journal of distance education*, 1(1), 60–68.
- Koschembahr, C. (2005). *Mobile learning: the next evolution*. Chief learning officer, february.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18–23.
- Liu, X. (2016). The application of multi-modal food industry teaching mode to mobile learning under cloud environment. *Advance journal of food science and technology*, 10(1), 77–80.
- Ozdamli, F., & Cavus, N. (2011). Basic elements and characteristics of mobile learning. *World conference on educational technology researches*, 28, 937–94.
- Schepman, A., Rodway, P., Beattie, C., & Lambert, J. (2012). An observational study of undergraduate students adoption of (mobile) note-taking software. *Computers in human behavior*, 28(2), 308–317.
- Shi, R. (2016). Research on Effectiveness of Mobile English Teaching Software to Listening Learning of College Students. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E13), 184.
- Xie, Y. (2016). On teaching reform of college English based on mobile learning. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (E9), 214.

Determinantes de la competitividad del sector español de la informática industrial, 1995-2015. Un análisis de datos de panel

Miguel Ángel Sánchez Jiménez

miguelangel.sanchez@uca.es

Profesor doctor de la Universidad de Cádiz, Avenida Segunda Aguada N12. 4B, CP: 11012, Cádiz (Cádiz) España

DOI: 10.17013/risti.27.52-66

Resumen: el objetivo de la presente investigación consiste en dilucidar los factores que determinan la posición competitiva del sector de la informática industrial de España en la eurozona en el período 1995-2015. Para alcanzar dicho objetivo, se adopta el enfoque teórico de la ventaja absoluta de coste Shaikh (2016), quien postula que los términos reales de intercambio entre las naciones se encuentran regulados en el largo plazo por los costes laborales unitarios reales de las empresas de los sectores de bienes transables. La hipótesis de la investigación es que la posición competitiva del sector de la informática industrial de España se encuentra determinada en el largo plazo por los costes laborales unitarios reales relativos. Para contrastar dicha hipótesis, se llevan a cabo pruebas de raíces unitarias y de cointegración, y se aplica la prueba de causalidad de Granger.

Palabras-clave: ventaja absoluta de coste; términos reales de intercambio; informática industrial; España; eurozona.

Determinants of the competitiveness of the Spanish sector of industrial computing, 1995-2015. A panel data analysis

Abstract: The main aim of this research is to explain the factors that govern the competitive position of the sector of industrial computing in Spain during the period 1995-2015. To achieve this objective, we adopt the Shaikh (2016) theoretical approach of the absolute cost advantage, which postulates that the real terms of exchange between nations are regulated in the long term by the real unit labor costs of the companies from tradable goods sectors. The hypothesis of the research is that the competitive position of the Spanish sector of industrial computing is determined in the long term by the relative real unit labor costs. To test this hypothesis, unit root and cointegration tests are carried out, and the Granger causality test is applied.

Keywords: Absolute cost advantage; real terms of exchange; industrial computing; Spain; Eurozone.

1. Introducción

La Unión Económica y Monetaria de Europa se ha caracterizado en las dos últimas décadas por las fuertes asimetrías económicas y sociales entre los países miembros que la conforman. El proceso de convergencia de Europa hubo de interrumpirse a partir de 1993 con la libre circulación de mercancías, personas y capitales, tanto más cuanto que el déficit comercial de las economías del sur de Europa con respecto a las economías europeas noroccidentales no ha dejado de aumentar desde dicha fecha.

Sírvanse de ejemplo los siguientes datos de Eurostat (2017). En 1995, el superávit de la balanza comercial de bienes intraUE de Alemania y de Holanda alcanzaba, respectivamente, los 20.150 millones de euros corrientes y los 18.521 millones de euros corrientes. Para 2015, el superávit intraUE de estos dos países es 72.525 millones de euros corrientes y 176.342 millones de euros corrientes, respectivamente.

El superávit de ambos países se comprende en la medida en que el valor de sus exportaciones supera ampliamente el valor de sus importaciones, por cuanto son economías especializadas en la producción de bienes con alto componente tecnológico. Baste decir que, entre estos sectores, destaca el de la informática industrial cuyo desarrollo en España, aunque notable, no ha alcanzado el mismo dinamismo que en Alemania y Holanda.

El objetivo de la presente investigación consiste, pues, en dilucidar los factores que determinan la posición competitiva del sector de la informática industrial de España en el contexto de la eurozona para el período 1995-2015. Para alcanzar dicho objetivo, se adopta el enfoque teórico de la ventaja absoluta de coste Shaikh (2016), quien postula que los términos reales de intercambio entre naciones se encuentran regulados en el largo plazo por los costes laborales unitarios reales de las empresas de los sectores de bienes transables.

La novedad de este trabajo en relación con otras investigaciones que han verificado la teoría de la ventaja absoluta de coste (Guerrero, 1995; Martínez-Hernández, 2010, 2017; Góchez & Tablas, 2013; Shaikh, 2016; Boundi, 2017, 2018a, 2018b), es que se trata del primer análisis que utiliza los datos de la base EU Klems (2017) para el sector de la informática industrial y la eurozona.

La investigación se compone de cuatro apartados. El primero corresponde al marco teórico. El segundo desarrolla las principales cuestiones metodológicas para el análisis de los resultados. El tercero está dedicado al análisis econométrico. Por último, se extraen las principales conclusiones.

2. Marco teórico

Para la cabal comprensión del enfoque teórico del comercio internacional con base en la ventaja absoluta de coste de Shaikh (2016), resulta pertinente desarrollar sucintamente la teoría de la competencia real. Shaikh (2016), siguiendo a Adam Smith (1776), Ricardo (1821) y Schumpeter (1942), delimita dos dimensiones de la competencia, a saber: la competencia intrasectorial y la competencia intersectorial.

Estas dos unidades de estudio revelan que, por definición, la competencia es un proceso dinámico que tiene como característica fundamental las asimetrías productivas entre las empresas y los sectores derivadas del movimiento del capital (Boundi, 2018b). En el interior de un sector, lo que prevalece es la desigualdad de las tasas de rentabilidad empresariales merced a las disimilitudes en las estructuras de costes entre las empresas más eficientes y las rezagadas.

En cada sector existe un conjunto de empresas que actúan como las reguladoras, por cuanto poseen las condiciones técnicas de producción mejor reproducibles. O, más precisamente, los costes unitarios de producción de dichas empresas actúan como el centro de gravitación sobre el que tenderán a orbitar en el largo plazo los precios de mercado de un sector. Esto quiere decir que las empresas menos eficientes y con estructuras de costes más caras se encuentran obligadas a vender sus bienes al precio de mercado que determinan las empresas reguladoras, aun cuando ello les comporte incurrir en pérdidas.

Esta tendencia hacia la igualación de los precios de mercado tiene como correlato que las empresas más eficientes de un sector obtendrán una mayor cuota de mercado que les garantizará márgenes de beneficio elevados respecto a sus competidores. A partir de este punto se desprende la competencia intersectorial, tanto más cuanto que el movimiento del capital implica que los flujos de las nuevas inversiones se dirigirán a los sectores con las tasas de rentabilidad más altas, abandonado así a los sectores menos rentables.

Del excepcional aumento del volumen de inversión en los sectores dinámicos sobrevendrá el crecimiento de la producción por encima de la demanda, provocando el descenso de los precios de mercado hasta situarse en el nivel del precio de producción, en cuanto precio que garantiza la obtención de la tasa de rentabilidad promedio. En los sectores menos eficientes ocurre lo contrario. La fuga del capital deprime la oferta por debajo de la demanda, elevando el precio de mercado hasta converger hacia el precio de producción.

Grosso modo, en tanto que la competencia intrasectorial tiende a igualar los precios de mercado, la competencia intersectorial nivela tendencialmente las tasas de rentabilidad. Vale decir que estas dos tendencias en apariencia contradictorias coexisten en la medida en que el movimiento intersectorial del capital se encuentra regulado por las tasas de rentabilidad de las empresas mejor dotadas técnicamente de cada sector.

En tal sentido, dentro de las fronteras de un país los precios de mercado relativos de dos bienes cualesquiera se encuentran regidos por los precios de producción de las empresas reguladoras de cada sector:

$$\frac{P_i}{P_j} = \frac{P_i}{P_i} \quad (1)$$

Donde:

P_i = precio de mercado del i -enésimo bien.

P_j = precio de mercado del j -enésimo bien.

P_i^* = precio de producción de la empresa reguladora del i -enésimo sector.

P_j^* = precio de producción de la empresa reguladora del j -enésimo sector.

Tal y como señala Shaikh (2016), el precio de producción de cada empresa reguladora depende de sus costes laborales unitarios reales (en adelante, CLUR):

$$\frac{P_i^*}{P_j^*} \cong \frac{CLUR_i^*}{CLUR_j^*} \cong \frac{\frac{W_{ri}^*}{Q_{ri}^*}}{\frac{W_{rj}^*}{Q_{rj}^*}} \quad (2)$$

Donde:

$CLUR_i^*$ = coste laboral unitario real de la empresa reguladora del i -enésimo sector.

$CLUR_j^*$ = coste laboral unitario real de la empresa reguladora del j -enésimo sector.

W_{ri}^* = salario real de la empresa reguladora del i -enésimo sector.

Q_{ri}^* = productividad real de la empresa reguladora del i -enésimo sector.

W_{rj}^* = salario real de la empresa reguladora del j -enésimo sector.

Q_{rj}^* = productividad real de la empresa reguladora del j -enésimo sector.

En consecuencia, los CLUR de las empresas más eficientes de cada sector se erigen como los reguladores de la dinámica fundamental de los precios de mercado:

$$\frac{P_i}{P_j} \cong \frac{P_i^*}{P_j^*} \cong \frac{CLUR_i^*}{CLUR_j^*} \quad (3)$$

Shaikh (2016) aduce que lo que es válido para explicar el movimiento en el largo plazo de los precios de mercado dentro de un país, también sirve para comprender su comportamiento a nivel internacional. Bajo el supuesto de que cada nación posee una empresa reguladora en aquellos sectores en los cuales son más competitivas, al incluir en la ecuación (3) el tipo de cambio nominal efectivo se tiene que las relaciones reales de intercambio estarán sujetas en el largo plazo por los CLUR relativos (en adelante, CLURR):

$$TCR = e^* \frac{P_j^B}{P_i^A} \cong CLURR = \frac{CLUR_j^B}{CLUR_i^A} \quad (4)$$

Donde:

TCR = tipo de cambio real efectivo del país A (nacional) respecto del país B (extranjero).

e = tipo de cambio nominal efectivo del país A respecto del país B.

P_j^B = precio de mercado del j -enésimo bien producido por el país B.

P_i^A = precio de mercado del i -enésimo bien producido por el país A.

$CLURR$ = costes laborales unitarios reales relativos.

$CLUR_j^B$ = coste laboral unitario real de la empresa reguladora del j -enésimo sector del país B.

$CLUR_i^A$ = coste laboral unitario real de la empresa reguladora del i -enésimo sector del país A.

De la ecuación (4) puede inferirse que el país A mejorará su posición competitiva para con el país B, si los CLUR de la empresa reguladora del i -enésimo sector de A descienden con respecto a los CLUR de empresa reguladora del j -enésimo sector de B, y viceversa. Luego, los términos reales de intercambio entre las naciones estarán determinados por los salarios reales y las condiciones técnicas de producción generales de cada país (Guerrero, 1995, Martínez-Hernández, 2010, 2017; Góchez & Tablas, 2013; Shaikh, 2016; Boundi, 2017, 2018a).

A este respecto, Guerrero (1995) recalca enérgicamente que la ventaja absoluta no debe reducirse bajo ningún concepto a una ventaja absoluta de productividad, puesto que el coste de producción de una empresa se encuentra afectado conjuntamente por los salarios reales y la productividad. El país más productivo sólo será más competitivo que el país con los salarios reales más bajos, en tanto y en cuanto la diferencia en productividad sea más elevada que la diferencia en los salarios reales (Guerrero, 1995; Góchez & Tablas, 2013; Boundi, 2017, 2018a, 2018b). De lo contrario, el coste de producción será más elevado y los márgenes de beneficio más bajos en el país más productivo.

No en vano, como destacan Guerrero (1995) y Shaikh (2016), la contención de los costes de producción no sólo estriba de la habilidad de una empresa para someter el crecimiento de los salarios a un nivel inferior al de la productividad, sino también está influida por las condiciones técnicas de producción generales de un país.

Más precisamente, la productividad laboral depende tanto de la productividad del trabajo directo como de la productividad del trabajo indirecto para producir todos los bienes de capital y los bienes intermedios que requiere una empresa para elaborar sus mercancías. *Id est*, los aumentos de la productividad de las empresas serán mayores en una economía cuya estructura productiva esté conformada por un gran número de sectores dinámicos. Esto coadyuva a comprender las razones del porqué los países más competitivos no lo son únicamente en un sector, destacando su dominio en el mercado internacional de bienes de alto valor añadido y de alto componente tecnológico. Tales son los elementos que definen la teoría de la ventaja absoluta de Shaikh (2016), pasando a continuación a desarrollar las cuestiones metodológicas.

3. Metodología. Hipótesis, base de datos y modelo

Tomando como referencia el enfoque teórico de la ventaja absoluta de Shaikh (2016), se tiene a bien considerar como la hipótesis de la investigación la siguiente: la posición competitiva del sector de la informática industrial de España en el contexto de la

eurozona se encuentra determinada en el largo plazo por los CLURR. Debe indicarse que el período de análisis corresponde al que va desde 1995 hasta 2015, puesto que la base de datos EU Klems 2017 sólo contiene la información de las variables económicas relacionadas con el sector de la informática industrial para dicho espacio temporal.

Asimismo, la hipótesis de investigación implica que se ha de verificar empíricamente que TCR del sector de la informática industrial de España respecto del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona tiene como centro de gravitación los CLURR:

$$TCR_t = e_t * \frac{P_{it}^*}{P_t} \cong CLURR_t = \frac{CLUR_{it}^*}{CLUR_t} = \frac{\left(\frac{WR_{it}^*}{YLR_{it}^*} \right)}{\left(\frac{WR_t}{YLR_t} \right)} = \frac{\left(\frac{WN_{it}^*}{IPCA_{it}^*} \right)}{\left(\frac{WN_t}{IPCA_t} \right)} \frac{\left(\frac{YLN_{it}^*}{IPV_{it}^*} \right)}{\left(\frac{YLN_t}{IPV_t} \right)} \quad (5)$$

Donde:

TCR_t = tipo de cambio real efectivo del sector de la informática industrial de España respecto del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

e_t = tipo de cambio nominal efectivo del sector de la informática industrial de España respecto del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

P_{it}^* = precios del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

P_t = precios del sector de la informática industrial de España en el momento t .

$CLURR_t$ = coste laboral unitario real relativo en el momento t .

$CLUR_{it}^*$ = coste laboral unitario real del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

$CLUR_t$ = coste laboral unitario real del sector de la informática industrial de España en el momento t .

WR_{it}^* = salario por hora en euros constantes de 1999 del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

YLR_{it}^* = productividad del trabajo por hora en euros constantes de 1999 del sector de la informática industrial del i -enésimo país de la eurozona en el momento t .

WR_t = salario por hora en euros constantes de 1999 del sector de la informática industrial de España en el momento t.

YLR_t = productividad del trabajo por hora en euros constantes de 1999 del sector de la informática industrial de España en el momento t.

WN_{it}^* = salario nominal por hora del sector de la informática industrial del i-enésimo país de la eurozona en el momento t.

$IPCA_{it}^*$ = índice de precios al consumo armonizado del i-enésimo país de la eurozona (año base 1999).

YLN_{it}^* = productividad laboral nominal por hora del sector de la informática industrial del i-enésimo país de la eurozona en el momento t.

IPV_{it}^* = índice de precios del valor añadido bruto del sector de la informática industrial del i-enésimo país de la eurozona en el momento t (año base 1999).

WN_t = salario nominal por hora del sector de la informática industrial de España en el momento t.

$IPCA_t$ = índice de precios al consumo armonizado de España (año base 1999).

YLN_t = productividad laboral nominal por hora del sector de la informática industrial de España en el momento t.

IPV_t = índice de precios del valor añadido bruto del sector de la informática industrial de España en el momento t (año base 1999).

t = (1995 ... 2015).

Llegado a este punto, debe indicarse que la determinación de las relaciones reales de intercambio entre país no es en forma alguna monocausal. De los múltiples factores que afectan a la competitividad intrasectorial y, por extensión, al TCR, se ha considerado incluir el volumen de la formación bruta de capital fijo del sector de la informática industrial de España (en adelante, FBKF). Esta variable incluye tanto la inversión en reposición como la inversión para la ampliación de maquinaria, equipos y plantas del sector.

La importancia de esta variable reside en que es un buen proxy del ciclo económico del sector, permite captar la influencia del cambio tecnológico en la competitividad intra e intersectorial, y consiente medir la elasticidad precio-cantidad los bienes de equipo. En relación con la base datos, se eligió EU Klems 2017 por las siguientes razones (O'Mahony & Timmer, 2009; Ark & Jäger, 2017):

- i. Es compatible con el nuevo Sistema Europeo de Contabilidad Nacional (ESA 2010).
- ii. Respeta la clasificación de la Nomenclatura Estadística de Actividades Económicas de la Comunidad Europea revisión 2 (NACE 2), consistente con la International Standard Industrial Classification of All Economic Activities revisión 4 (ISEC Rev. 4)
- iii. Toda la información sobre las variables económicas es compatible con Eurostat.

- iv. Los datos sobre empleo están basados en la metodología de European Labour Force Survey (LFS) y de Structure of Earning Survey (SES).
- v. De acuerdo con la clasificación NACE 2 que sigue EU Klems 2017, el sector de la informática industrial corresponde a (26-27) de equipos electrónicas y ópticos, (28) maquinaria y equipos informáticos, y (62-63) IT y otros servicios informáticos. Se procedió a agregar a ambos en un único sector que representa el sector de la informática industrial.

El índice de precios al consumo armonizado (IPCA) de España y de cada i-énésimo país de la eurozona se recabó de Eurostat. Vale decir que el IPCA mide el gasto del consumo de los hogares para el conjunto de la Unión Europea, tanto de los residentes como de los no residentes. De esta forma, se obtuvo la siguiente ecuación del TCR del sector de la informática industrial:

$$TCR_t = f(CLURR_t, FBKF_t) \quad (6)$$

Traducida la ecuación (6) en términos econométricos, se tiene una regresión múltiple estimada por mínimos cuadrados ordinarios (MCO), donde cada una de las variables es transformada en logaritmo natural a fin de obtener la elasticidad entre ellas:

$$LN(TCR_t) = \beta_0 + \beta_1 LN(CLURR_t) + \beta_2 LN(INV_t) + \varepsilon_t \quad (7)$$

Donde:

LN = logaritmo natural o logaritmo neperiano.

β_0 = término constante.

β_i = coeficientes múltiples de determinación.

ε_t = término error.

Conviene remarcar que los datos para estimar la ecuación (7) se agruparon en un dato de panel, con el objetivo de verificar la existencia de una relación de cointegración entre las variables. Por consiguiente, se aplican las pruebas de raíces unitarias de Breitung (2000), de Maddala y Wu (1999) (MW) y de Hadri (2000) para comprobar que las series son no estacionarias en nivel. En la tabla 1 pueden consultarse las hipótesis nulas para cada test.

Prueba	Hipótesis nula
Breitung (2000)	Proceso común de raíz unitaria
Maddala y Wu (1999)	Proceso individual de raíz unitaria
Hadri (2000)	Estacionariedad

Fuente: elaboración del autor

Tabla 1 – Hipótesis nulas de las pruebas de raíces unitarias

Si los antedichos test verifican que las tres variables contienen raíz unitaria de grado $I(1)$, se comprobará la hipótesis de cointegración por medio de las pruebas de Pedroni (1999) y de Kao (1999) basadas en el procedimiento de Engle y Granger (1987) para las series temporales. Ulteriormente, los vectores cointegración se obtendrán del MCO dinámico (DOLS) y del MCO totalmente modificado (FMOLS), tal y como recomienda la literatura sobre los datos de panel dinámicos (Stock & Watson, 1993; Pedroni, 1999, 2002; Greene, 2003). Puesto que la correlación entre las variables no implica la existencia de relaciones de causalidad, se utiliza la prueba de Granger (1969) con base en las directrices de Wiener (1956).

4. Análisis econométrico

Debe indicarse que las pruebas de raíces unitarias de Breitung y de MW se realizan con un retardo siguiendo el criterio de Akaike. Por otra parte, la ecuación de las pruebas de Breitung, de MW y de Hadri contiene un intercepto individual y una tendencia. Se advierte de los resultados compendiados en la tabla 2 que en nivel las tres pruebas son no estacionarias. Esto es, las variables en nivel poseen raíz unitaria y el orden de integración es $I(1)$, verificando de esta suerte la primera condición para la cointegración.

Variable/ Prueba	Breitung (2000)		MW (1999)		Hadri (2000)		
En nivel	t-Estadístico	Prob.	ADF- Fisher X	Prob.	z-Estadístico	Prob.	Orden
LN(TCR)	-1,557	0,060*	22,620	0,423	4,317	0,000***	$I(1)$
LN(CLURR)	0,115	0,546	30,858	0,101	9,484	0,000***	$I(1)$
LN(FBKF)	-1,100	0,156	38,239	0,108	6,188	0,000***	$I(1)$
En primera diferencia	t-Estadístico	Prob.	ADF- Fisher X	Prob.	z-Estadístico	Prob.	Orden
DLN(TCR)	-8,135	0,000***	87,783	0,000***	22,034	0,000***	$I(0)$
DLN(CLURR)	-6,223	0,000***	106,207	0,000***	11,297	0,000***	$I(0)$
DLN(FBKF)	-8,060	0,000***	106,462	0,000***	2,725	0,032***	$I(0)$

*** Denota rechazo al 1%, al 5% y al 10%.

** Denota rechazo al 5% y al 10%.

* Denota rechazo al 10%.

Fuente: elaboración del autor con base en Eviews9

Tabla 2 – Resultados de las pruebas de raíces unitarias

Al transformar las variables en sus primeras diferencias, las pruebas de Breitung y de MW indican que estas son estacionarias e integradas de orden $I(0)$, si bien la prueba de Hadri admite el rechazo de la hipótesis de estacionariedad. En suma, existe suficiente evidencia estadística que apunta a que las variables en nivel son no estacionarias e integradas del mismo orden.

A continuación, se procede a la interpretación de los resultados de las pruebas de cointegración de Pedroni y de Kao. Antes bien, baste recalcar que se eligió el criterio de información de Akaike para la especificación de número máximo de rezagos. Igualmente, vale la pena indicar que ambas pruebas se hicieron con un intercepto individual.

Obsérvese de la tabla 3 que la probabilidad asociada al panel rho-Estadístico, al panel PP-Estadístico, al panel ADF-Estadístico y al grupo ADF-Estadístico consiente el rechazo de la hipótesis nula de no cointegración para al menos el 10% de nivel de significación. Empero, el panel v-Estadístico y los grupos rho-Estadístico y grupo PP-Estadístico no permiten rechazar dicha hipótesis (véase tabla 3).

Por su parte, la prueba Kao apunta al rechazo de la hipótesis nula de no cointegración para cualquier nivel de significación, en tanto y en cuanto la probabilidad vinculada al estadístico t es aproximadamente igual a cero. Por lo tanto, las pruebas de Pedroni y de Kao arrojan suficiente evidencia estadística que revela que TCR, CLURR y FBKF están cointegradas en el largo plazo.

Pedroni (1999): Hipótesis nula = no cointegración				
Dentro de las dimensiones	Estadístico	Prob.	Tamaño del estadístico	Prob.
Panel v-Estadístico	-1,988	0,977	-1,020	0,846
Panel rho-Estadístico	-1,738	0,041**	-0,234	0,408
Panel PP-Estadístico	-2,505	0,006***	-1,479	0,070*
Panel ADF-Estadístico	-2,470	0,007***	-2,116	0,017**
Entre las dimensiones	Estadístico	Prob.		
Grupo rho-Estadístico	1,506	0,934		
Grupo PP-Estadístico	-0,721	0,235		
Grupo ADF-Estadístico	-1,415	0,078*		
Kao (1999): Hipótesis nula = no cointegración				
	t-Estadístico	Prob.	Varianza residual	Varianza HAC
ADF	-4,790	0,000***	0,615	0,401

*** Denota rechazo al 1%, al 5% y al 10%.

** Denota rechazo al 5% y al 10%.

* Denota rechazo al 10%.

Fuente: elaboración del autor con base en Eviews9

Tabla 3 – Resultados de las pruebas de cointegración

Los vectores de cointegración dados por el panel DOLS y el panel FMOLS se recogen en la tabla 4. Como en los casos anteriores, el máximo número de rezagos fue seleccionado de acuerdo con el criterio de información de Akaike. En la tabla 4 se puede comprobar que la correlación entre el LN (TCR) y el LN(CLURR) es positiva, además de estadísticamente significativa al 1%, al 5% y al 10%.

Los resultados obtenidos revelan que el aumento del 1% de LN(CLURR) provoca, *ceteris paribus*, la elevación de 0,657% y de 0,680% de LN(TCR) según el panel DOLS y el panel FMOLS, respectivamente. Concretamente, el TCR del sector de la informática industrial de España en relación con el sector de la informática industrial de cada *i*-enésimo país de la eurozona se depreciará por las siguientes razones.

1) Los CLUR del sector de la informática industrial de cada *i*-enésimo país de la eurozona se elevan y los CLUR del sector de la informática industrial se mantienen constantes. 2) Los CLUR en el sector de la informática industrial de cada *i*-enésimo país de la eurozona crecen en mayor proporción que el aumento de los CLUR del sector de la informática industrial de España. 3) Los CLUR en el sector de la informática industrial de cada *i*-enésimo país de la eurozona disminuyen en menor proporción que el descenso de los CLUR del sector de la informática industrial de España. Estos tres posibles escenarios pueden originarse en tanto que se vean afectados los salarios reales y las condiciones técnicas de producción generales en cada país de la eurozona.

Así, por ejemplo, el sector de la informática industrial de España puede beneficiarse de una política del gobierno que priorice la eficiencia energética por medio de la transición desde las energías fósiles hacia el uso más intensivo de las energías renovables. En este sentido, el abaratamiento de los costes fijos asociados al consumo de la energía devendrá en el descenso de los costes de producción de las empresas del sector de la informática industrial de España.

De igual forma, el aumento en el gasto de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) podrá mejorar las condiciones técnicas de producción generales de la economía española, trasladándose en el aumento de la productividad laboral del sector de la informática industrial.

En relación con la contención salarial a través de las reformas laborales que buscan flexibilizar el mercado de trabajo español, estas tienen como efecto el descenso de los CLUR. Empero, el sector de la informática industrial se caracteriza por ser demandante de fuerza de trabajo altamente cualificada y, en consecuencia, es remunerada con elevados salarios (Barraza, & Zepeda, 2017; Flores, & Hadfeg, 2017)

Por lo anterior, debe indicarse que las empresas del sector compiten por contratar al personal mejor cualificado y más talentoso, lo cual significa que la tendencia es hacia el incremento de los salarios reales. El mantenimiento de los salarios reales a un nivel inferior que en el resto de los países la eurozona puede devenir en el *brain drain*, la escasez de fuerza de trabajo y el descenso de la productividad laboral para el sector en España.

Pasando a analizar la relación entre LN(TCR) y LN(FBKF), el signo positivo revela que el aumento del volumen de la inversión del sector provocará, *ceteris paribus*, una depreciación real del 0,010% según el panel DOLS y el panel FMOLS. Luego, se infiere que la posición competitiva del sector de la informática industrial se encuentra sujeto al ciclo económico y al gasto de inversión en bienes de capital.

Por último, se analizan los resultados de la prueba de Granger de causalidad. En la tabla 5 se observa que los *t*-estadísticos permiten rechazar la hipótesis nula de que LN(CLURR) y LN(FBKF) no causan, en sentido de Granger, cambios en LN(TCR).

Variable dependiente: LOG(TCR)				
DOLS				
Variable	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Prob.
LN(CLURR)	0,657	0,058	11,406	0,000***
LN(FBKF)	0,010	0,004	2,077	0,040**
FMOLS				
Variable	Coefficiente	Error estándar	t-Estadístico	Prob.
LN(CLURR)	0,680	0,051	13,250	0,000***
LN(FBKF)	0,010	0,032	2,176	0,030**

*** Denota rechazo al 1%, al 5% y al 10%.

** Denota rechazo al 5% y al 10%.

* Denota rechazo al 10%.

Fuente: elaboración del autor con base en Eviews

Tabla 4 – Resultados del panel DOLS y el panel FMOLS

Mas, por otra parte, no es factible rechazar la hipótesis nula de que LN(TCR) no causa, en sentido de Granger, variaciones en LN(CLURR) y LN(FBKF). Más aún, la prueba de Granger indica que tanto en el corto plazo (un retardo) como en el largo plazo (de dos retardos hasta cinco retardos) LN(CLURR) y LN(FBKF) provocan cambios en LN(TCR), pero no viceversa.

El análisis econométrico apunta que entre el TCR, los CLURR y la FBKF existe una relación estable en el largo plazo. Asimismo, los cambios en la posición competitiva del sector de la informática industrial se encuentran causados por los costes unitarios de producción y por el gasto de inversión en bienes de capital.

Hipótesis nula	1	2	3	4	5	Relación
LN(CLURR) no causa en sentido de Granger LN(TCR)	15,316***	6,581**	3,4115*	4,2442*	3,353*	Causa
LN(TCR) no causa en sentido de Granger LN(CLURR)	0,474	0,62	0,611	1,436	1,283	No causa
LN(FBKF) no causa en sentido de Granger LN(TCR)	7,446***	5,323*	3,0329*	2,2493*	1,548	Causa
LN(TCR) no causa en sentido de Granger LN(FBKF)	0,87	0,521	0,781	2,249	1,297	No causa

*** Denota rechazo al 1%, al 5% y al 10%.

** Denota rechazo al 5% y al 10%.

* Denota rechazo al 10%.

Fuente: elaboración del autor con base en Eviews9

Tabla 5 – Prueba causalidad de Granger (con 1, 2, 3, 4 y 5 retados)

5. Conclusiones

En esta investigación se ha aplicado un modelo de datos de panel dinámico que ha permitido hallar la correlación y la causalidad entre el TCR, los CLURR y la FBKF del sector de la informática industrial, a lo largo del lapso que va desde 1996 hasta 2015. Toda la información fue recabada de la base de EU Klems 2017, cuya clasificación industrial se encuentra basada en NACE 2, haciendo de esta forma consistente el análisis entre España y sus socios de la eurozona.

Ello ha revelado que la peor posición competitiva de las empresas españolas cuya actividad económica se desarrolla en el sector de la informática industrial, hunde sus raíces en causas estructurales. Más exactamente, los mayores CLUR del sector español de la informática industrial nace de las peores condiciones técnicas de producción generales de España respecto de las economías de la eurozona más dinámicas.

Los recortes en I+D+i, la ausencia de un programa de transición energética, la elevada carga impositiva que soportan las pequeñas y las medianas empresas de nueva creación, el deterioro de las condiciones laborales tras las reformas de 2010 y 2012 que ha provocado la migración de técnicos e ingenieros hacia otros países de la eurozona, así como la escasa inversión en infraestructura económica, actúan como limitantes para que las empresas del sector de la informática industrial mejoren su posición competitiva en la eurozona.

Aún más, la estrategia competitiva basada en la contención salarial si bien ha mejorado la capacidad de exportación de las empresas españolas en términos generales, ha supuesto la contracción del poder de compra de las familias estrechando con ello la capacidad del mercado nacional para absorber los bienes y los servicios producidos por el sector de la informática industrial.

Por lo anterior, a nivel institucional las administraciones públicas han de poner en marcha una serie de programas estructurales que consientan en el largo plazo mejorar las condiciones técnicas de producción generales de la economía española. A nivel microeconómico y mesoeconómico, las empresas del sector habrán de reducir sus CLUR mediante el desarrollo de métodos de organización productiva que haga un uso más eficiente e intensivo del capital instalado.

Referencias

- Barraza, Í. D., & Zepeda, V. V. (2017). Factores sociales y humanos que afectan el proceso de educación de requerimientos: una revisión sistemática. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, (24), 69–83. doi: <http://dx.doi.org/10.17013/risti.n.69-83>
- Boundi Chraki, F. (2017). Determinantes de las relaciones reales de intercambio de España con Alemania (1970-2010). Un análisis econométrico de la ventaja absoluta de costo intrasectorial. *Cuadernos de economía*, 36(71), 489–520. doi: <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v36n71.48664>

- Boundi Chraki, F. (2018a). Competitividad de los sectores manufactureros de Alemania y España, 1995-2015: análisis de la ventaja absoluta de coste con datos de panel dinámico. *Revista Galega de Economía*, 27(1), 5-16.
- Boundi Chraki, F. (2018b). Desarrollo desigual y trabajo potenciado en la eurozona. *Revista Problemas del Desarrollo*, 49(194), 143-167. doi: <http://dx.doi.org/10.22201/ieec.20078951e.2018.194.62222>
- Breitung, J. (2001). The local power of some unit root tests for panel data. In: T. B. Fomby, R. Carter Hill, I. Jeliazkov, J. Carlos Escanciano y E. Hillebrand (eds.) *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (pp. 161-177). Nueva York: Emerald Group Publishing Limited.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica*, 55(2), 251-276.
- Eurostat (2017). *Globalisation patterns in EU trade and investment*. Luxemburgo: European Union.
- Flores, V., & Hadfeg, Y. (2017). Un método para generar explicaciones de resultados de un Sistema Experto, usando Patrones de discurso y Ontología. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (21), 99-114. doi: <http://dx.doi.org/0.17013/risti.21.99-114>
- Góchez Sevilla, R., & Tablas, V. A. (2013). *Tipo de cambio real y déficit comercial en Guatemala (1970-2007): un enfoque heterodoxo*. México: CEPAL.
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424-438. doi: <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Guerrero, D. (1995). *Competitividad: teoría y política*. Barcelona: Ariel.
- Hadri, K. (2000). Testing for stationarity in heterogeneous panel data. *The Econometrics Journal*, 3(2), 148-161. doi: <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00043>
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254. doi: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
- Johansen, S. (1991). Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in Gaussian vector autoregressive models. *Econometrica*, 59(6), 1551-1580. doi: <https://doi.org/10.2307/2938278>
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of econometrics*, 90(1), 1-44. doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)
- Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 631-652. doi: <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>

- Martínez-Hernández, F. A. (2010). An alternative theory of real exchange rate determination: theory and empirical evidence for the Mexican economy, 1970-2004. *Investigación Económica*, 69(273), 55-84.
- Martínez-Hernández, F. A. (2017). The Political Economy of Real Exchange Rate Behavior: Theory and Empirical Evidence for Developed and Developing Countries, 1960-2010. *Review of Political Economy*, 29(4), 566-596. doi: <https://doi.org/10.1080/09538259.2017.1382060>
- O'Mahony, M., & Timmer, M. P. (2009). Output, input and productivity measures at the industry level: the EU KLEMS database. *The economic journal*, 119(538). doi: <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2009.02280.x>
- Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, 61(S1), 653-670. doi: <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1653>
- Pedroni, P. (2001). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. En: T. B. Fomby, R. Carter Hill, I. Jeliazkov, J. Carlos Escanciano y E. Hillebrand (eds.) *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (pp. 93-130). Nueva York: Emerald Group Publishing Limited.
- Ricardo, D. (1821). *Principios de economía política y de tributación*. México: FCE.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Estados Unidos: Routledge.
- Shaikh, A. (2016). *Capitalism: Competition, conflict, crises*. Nueva York: Oxford University Press.
- Smith, A. (1776). *La riqueza de las naciones*. México: FCE.
- Stock, J., & Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820. doi: <https://doi.org/10.2307/2951763>
- van Ark, B., & Jäger, K. (2017). Recent Trends in Europe's Output and Productivity Growth Performance at the Sector Level, 2002-2015. *International Productivity Monitor*, (33), 8-23.
- Wiener, N. (1956). The theory of prediction. *Modern mathematics for engineers*, 1, 125-139.

Análise do emprego do F-commerce como impulsionador do desempenho organizacional em micro e pequenas empresas no Brasil

André Andrade Longaray¹, Cristian Reis Anselmo¹, Claudia Maia¹, Guilherme Lunardi¹, Paulo Munhoz¹

andrelongaray@gmail.com, cristian-reis@hotmail.com, claudiarmaia@hotmail.com, gllunardi@furg.br, paulorsmunhoz@gmail.com

¹ Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália, km 08, s/nº, CEP 96.203-900, Rio Grande - RS, Brazil

DOI: 10.17013/risti.27.67-85

Resumo: Em um cenário global de rápida e crescente ascensão do uso das mídias sociais como ambiente de negócios, este artigo apresenta os resultados da pesquisa conduzida com o objetivo de analisar como a utilização do *Facebook Commerce* pode impactar o desempenho de micro e pequenas empresas brasileiras. Metodologicamente, a pesquisa de caráter exploratório, foi conduzida por meio de um instrumento *survey* para a coleta de dados, os quais foram submetidos à análise de estatística descritiva e fatorial. Como resultados, foi possível verificar que as pressões externas são o principal fator motivador para adoção dessa modalidade de comércio social pelos gestores de micro e pequenas empresas. Os resultados indicaram, ainda, que o uso de uma rede social auxilia diretamente no desempenho dos processos dessas empresas.

Palavras-chave: Internet; Redes Sociais; Comércio Social; Facebook Commerce; Micro e Pequenas Empresas.

Analysis of the use of F-commerce as a driver of organizational performance in micro and small enterprises in Brazil

Abstract: In a global scenario of rapid and increasing rise in the use of social media as a business environment, this article presents the results of the research conducted with the objective of analyzing how the use of Facebook Commerce can impact the performance of micro and small Brazilian firms. Methodologically, the exploratory research was conducted by means of a survey instrument for the data collection, which were submitted to descriptive and factorial statistics analysis. As a result, it was possible to verify that external pressures are the main motivating factor for the adoption of this modality of social commerce by managers of micro and small companies. The results also indicated that the use of a social network directly assists in the performance of these companies' processes.

Keywords: Internet; Social networks; Social Commerce; Facebook Commerce; Small Business.

1. Introdução

De acordo com dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), até 2022, o Brasil terá cerca de 17,7 milhões de pequenos negócios, ou seja, mais de um milhão de novos empreendimentos por ano. Esse número é 43% superior ao atual, que é de 12,4 milhões de Microempreendedores Individuais (MEI) e Micro e Pequenas Empresas (MPE) optantes do Simples Nacional, sistema que reduz a carga tributária e a burocracia (Pequenas empresas & Grandes negócios, 2017). As MPE's no Brasil são classificadas de acordo com o número de empregados ou ainda pelo seu faturamento bruto anual. Os critérios estão descritos na Lei Complementar nº 123 de 14 de dezembro de 2006, a chamada Lei Geral das Microempresas e Empresas de Pequeno Porte (Brasil, 2006).

Atualmente, os pequenos negócios representam 98,5% dos empreendimentos no país, respondem por mais de um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e cerca de 12,4 milhões de optantes pelo Simples Nacional. Além disso, as micro e pequenas empresas são as principais geradoras de riqueza no Comércio no Brasil, já que respondem por 53,4% do PIB desse setor. No PIB da Indústria, a participação das micro e pequenas empresas (22,5%) já se aproxima das médias (24,5%). E no setor de Serviços, mais de um terço da produção nacional (36,3%) tem origem nos pequenos negócios (Pequenas empresas & Grandes negócios, 2017). Para o Sebrae (2018), quando o empreendedor visualiza o mercado com todas as suas oportunidades e ameaças, vai em busca do melhor posicionamento diante dos concorrentes. A instituição afirma ainda que analisar a concorrência, saber suas forças e fraquezas e entender como o mercado está reagindo permite distinguir mais oportunidades.

Entre as oportunidades que podem surgir, destaca-se a utilização de redes sociais, definidas por Wasserman e Faust (1994) e Degenne e Forse (1999), como um conjunto de dois elementos: *atores* (pessoas, instituições ou grupos; os nós da rede) e suas *conexões* (interações ou laços sociais). As redes sociais abriram novas oportunidades, permitindo a comunicação de baixo custo e gerando benefícios para as empresas e para a população em geral, dada a facilidade de comunicação e a velocidade de difusão da informação (Belo et al., 2013). Recuero (2009) enfatiza que um dos aspectos mais populares para a compreensão das redes sociais na Internet é o estudo dos sites de redes sociais (SRSs). Para a referida autora, em uma perspectiva inicialmente adotada por Ellison, Steinfield e Lampe (2007), os sites de redes sociais são definidos como aqueles sistemas que permitem i) a construção de uma *persona* através de um perfil ou página pessoal; ii) a interação através de comentários; e iii) a exposição pública da rede social de cada ator.

Um fator que deve ser levado em consideração é o marketing nas mídias sociais, entendido como sendo o conjunto de ações de marketing digital que buscam criar relacionamento entre a empresa e o cliente, para atrair a atenção desse e conquistar novos clientes no ambiente da internet (Torres, 2010). Quanto à publicidade *online*, Torres (2010) a descreve como um conjunto de ações de marketing com o objetivo de divulgar a marca e o produto da empresa, podendo ter similaridades com as convencionais, apesar de possuírem características próprias, como várias mídias e tecnologias, apresentando um público diferente para cada mídia e nem sempre fácil de determinar. Diante do exposto, este estudo busca responder o seguinte questionamento: as micro e pequenas empresas podem se beneficiar da utilização do *Facebook-Commerce* para impulsionar

seu desempenho? A presença online atraiu mais atenção da comunidade científica na realização de pesquisas sobre redes sociais e seus benefícios para as organizações (Belo et al., 2013). Neste sentido, o trabalho tem como objetivo geral analisar os impactos da utilização do *Facebook Commerce* pelas micro e pequenas empresas no seu desempenho.

Para alcançar esse objetivo, tem-se como objetivos específicos: a) Descrever características da qualificação gerencial e características estruturais das micro e pequenas empresas participantes da pesquisa; b) Identificar motivos externos e internos que estão levando as MPE's a utilizarem o Facebook nos seus negócios; c) Identificar os benefícios obtidos pela utilização do Facebook aplicado aos negócios quanto ao seu desempenho; e d) Verificar a influência no desempenho da empresa a partir de informações disponibilizadas pelas ferramentas do *F-Commerce*.

Este artigo está organizado em 5 seções. Estabelecido o marco introdutório, a seção 2 descreve o referencial teórico que contextualiza e dá aporte científico ao trabalho. A seção 3 apresenta o delineamento metodológico da pesquisa. A seção 4 expõe os resultados da análise dos dados da amostra e a seção 5 tece as conclusões, limitações e contribuições da pesquisa, bem como sugestões para trabalhos futuros.

2. Referencial Teórico

Nesta seção apresenta-se o referencial teórico do trabalho, contextualizando o comércio social e o *Facebook-commerce*, destacando seus conceitos e características, de forma a fundamentar a proposta de pesquisa.

2.1. Comércio Social

O conceito de redes sociais, relacionado às tecnologias da informação, tem sua origem na Web 2.0. Isso corresponde a um conjunto de ferramentas e sites que permitem a colaboração e a participação de indivíduos. As redes sociais visam promover e apoiar o estabelecimento de relações virtuais entre indivíduos, entre organizações e entre indivíduos e organizações, e podem fomentar a criação de relações entre indivíduos que, em um ambiente não digital, não estabeleceriam nenhum tipo de vínculo (Martins et al., 2015).

A popularidade das redes sociais gerou inúmeras mudanças, tanto em termos sociais quanto econômicos, dando origem a um novo tipo de comércio eletrônico que tem modificado a forma como as compras online vêm sendo realizadas, chamado de comércio social (do inglês *social commerce* ou *s-commerce*) (Maia et al. 2018, Zhou; Zhang; Zimmermann, 2013; Chen; Shen, 2015). O comércio social refere-se ao uso das mídias sociais para realizar transações e atividades comerciais direcionadas principalmente pelas interações sociais e contribuições dos usuários (Liang; Ho; Li; Turban, 2011; Wang; Zhang, 2012). Dentro desse ambiente, os clientes têm acesso a conhecimentos e experiências sociais que os apoiam para entender melhor seu objetivo de compra online e tomar decisões de compra mais informadas e precisas (Huang; Benyoucef, 2015). As redes sociais vêm sendo usadas como local de troca de informação entre consumidores e também com as empresas (Soares; Dolci; Lunardi, 2015), possibilitando que o usuário exerça influência e também seja influenciado pela sua rede de amigos nas decisões de compras.

Plataformas de comércio social são ferramentas com características tecnológicas únicas, pois refletem não só as propriedades objetivas, independente do cliente, mas também as propriedades subjetivas, ou seja, as percebidas pelo cliente. No comércio social, um cliente é exposto a vários recursos ou funções tecnológicas, assim como experiências de compra e avaliações, recomendações de outros perfis de usuário que desencadeiam o seu comportamento e participação em comércio social. Como é difícil medir o comportamento real, torna-se bastante comum medirem-se as intenções comportamentais, pois comprovadamente predizem o comportamento real (Zhang; Lu; Gupta; Zhao, 2014). De acordo com Souza e Schoeffel (2013), as redes sociais explodiram nos últimos anos, impactando no modelo de negócio das empresas. Conjuntamente a esse fato, o comércio eletrônico difundiu-se de forma acelerada. Empresas que ofertam seus produtos na Internet vão além de ações de promoção, propaganda, exposição e venda; elas introduzem novos conceitos e funcionalidades, podendo compartilhar conteúdos com sua rede de contatos, marcar como de interesse ou publicar informações pessoais. Para Turban, Bolloju e Liang (2010), o comércio social enfrenta algumas barreiras, destacando-se o pequeno número de visitantes ligados às empresas e de fãs nas redes sociais. A ênfase principal do comércio social é o marketing e sua orientação para vendas.

Souza e Schoeffel (2013) afirmam que existem duas formas onde os comércios podem fazer uso dessa perspectiva de negócios. Uma diz respeito ao uso da plataforma de rede social como loja dentro dessas mídias. A outra forma se relaciona ao emprego desses recursos de rede social na própria página da empresa.

Back (2012) afirma que cada vez mais micro e pequenas empresas estão investindo na presença digital, no entanto, são poucas aquelas que estão entrando neste meio de forma responsável. Para as empresas que desejam investir no meio digital, é importante que apliquem princípios relacionados ao planejamento (englobando aspectos do passado e do presente e, assim, garantir o preparo adequado para enfrentar o futuro); ao conteúdo (produzindo e compartilhando conteúdos relevantes para o seu público-alvo); ao relacionamento eficiente (fazendo com que o cliente seja “ouvido” e tenha respostas rápidas e profícuas quanto aos seus pedidos); e ao monitoramento (englobando as métricas e a importância de se ter dados confiáveis e mensuráveis para avaliar o retorno concreto das ações de *marketing* digital).

Para o E-Commerce News (2011), a maioria dos pequenos comerciantes utiliza-se das redes sociais para os negócios no meio digital pelos baixos custos operacionais, baixo consumo de tempo e/ou por ser eficaz na comunicação com os clientes. Outra vantagem das redes sociais é o fato desta complementar outros canais, sendo o Facebook a rede social mais utilizada pelas pequenas empresas.

2.2. Facebook-commerce

O advento do Facebook e da Web 2.0 levou ao nascimento de uma nova forma de negócio online, conhecida como *Facebook commerce* ou *f-commerce* (Jambulingam et al. 2015; Kang; Johnson 2015; Liébana-Cabanillas; Alonso-Dos-Santos 2017). O *F-commerce* refere-se à compra e venda de bens ou serviços através do Facebook. Os profissionais de marketing começaram a usar o *f-commerce* para aprimorar a experiência de compra, ajudando na aquisição, lealdade e defesa do cliente. Derivado do *e-commerce*, o *Facebook-Commerce* é o uso do Facebook como uma plataforma para

facilitar a execução e as operações de venda através do Facebook *Open Graph*. É o uso da mídia *online*, a qual suporta a interação social e as contribuições de usuários, para auxiliar na compra e venda *online* de produtos e serviços, com base nas experiências de outros usuários (Marsden, 2011).

O Facebook cresceu muito na última década e as empresas o estão utilizando para várias finalidades que incluem a construção de comunidades para gerar conversas e aumentar a base de fãs; para marketing e promoção, de modo a aumentar a conscientização sobre os próximos eventos ou vendas; e também para publicidade, a fim de aumentar o reconhecimento da marca. O *f-commerce* pode ser categorizado em dois grupos: 1) empresas que se conectam ao Facebook com aplicativos e páginas de fãs que trazem potenciais consumidores para seus sites e 2) empresas que se conectam ao Facebook por meio de páginas de fãs e aplicativos, e permitem que possíveis consumidores comprem diretamente de suas lojas do Facebook (Kang; Johnson, 2015). O objetivo principal dessas empresas é usar o Facebook para o engajamento do consumidor, para fazerem promoções de ofertas especiais e promover melhores interações sociais entre os consumidores e seus amigos. Devido à sua alta acessibilidade e baixo custo, as páginas de fãs do Facebook têm sido a principal plataforma através da qual os consumidores podem interagir e se comunicar com várias marcas (Martínez-Navarro; Bigné, 2017).

Para Martins (2014), há um detalhe no qual o empreendedor não pode se equivocar, que é a escolha entre página e perfil no Facebook. Existem diferenças que devem ser levadas em consideração, tais como: para o *e-commerce* e empresas de forma geral, é ideal que se opte por uma página, considerando que se trata de um ambiente específico para organizações, possibilitando interação e visibilidade maiores, além de transmitir profissionalismo e qualidade. De acordo com Porto (2012), a construção de uma loja no Facebook favorece a divulgação, através de recomendação e melhora a compreensão do público, uma vez que a participação dos fãs da marca é pública e, muitas vezes, permite descobrir comportamentos e opiniões que podem ajudar a aperfeiçoar as estratégias de vendas.

Para Braue (2011), o *Facebook-Commerce* oferece a capacidade de vincular preferências pessoais e padrões de compra em um processo relativamente simples: fotografar e descrever os produtos e seu conteúdo. A página no Facebook da empresa tornou-se um ponto de partida ativo e natural para os clientes que podem acessá-la de várias maneiras e, muitas vezes, voltam para verificar novos produtos ou promoções ou apenas para comentar sobre produtos comercializados *online*, sendo este o ponto crucial do *Facebook-Commerce*: além da capacidade de comprar produtos *online*, a possibilidade de conversar sobre os mesmos.

O comércio eletrônico oferece diferentes benefícios para empresas. Erazo, Castro e Achicanoy (2016) asseguram que reduz os custos gerados nos processos organizacionais, promovendo a abertura de novos mercados e melhorando a atenção de clientes novos e antigos. Em 2018, o comércio eletrônico deverá continuar apresentando um crescimento nominal acelerado, de 12%, com faturamento de R\$ 53,5 bilhões. Assim como já aconteceu em 2017, a boa notícia para o setor é que o crescimento continuará sendo impulsionado pelo aumento do número de pedidos. Em 2017, 27,3% das compras foram realizadas via smartphones ou tablets e até o final deste ano deve apresentar um crescimento robusto, passando a representar, no último trimestre, 37% das compras (Ebit, 2018). Para 2018, a Ebit estima crescimento e espera chegar a mais de 60 milhões de compradores virtuais,

número expressivo para o período. O relatório *Webshoppers* informa, ainda, que o crescimento do número de pedidos, em 2017, foi de 3,9% em relação ao ano anterior, chegando a 50,3 milhões. Outra informação relevante apontada pelo relatório é a de que no Brasil 55 milhões de consumidores fizeram pelo menos uma compra virtual em 2017, representando assim um aumento de 15%, se comparado a 2016.

As redes sociais são, então, uma opção para que as empresas maximizem sua presença na mente dos consumidores (Sebrae, 2017). O *E-Commerce News* (2013) aponta que “o fenômeno global do *social commerce* cresce rapidamente [...]”. As mídias sociais continuam a oferecer aos consumidores do mundo inteiro novas formas de seduzir os clientes, engajar e aumentar a exposição de marcas e produtos”, e empresas de todos os portes e segmentos estão atentas às tendências, assim como a novas ferramentas de *social commerce*. Segundo Lemos (2014), muitos pequenos empreendedores usam a Internet para vender seus produtos e até começam investindo unicamente nas vendas *online* para diminuir custos que teriam com uma loja física, o que não impede que isso seja feito de maneira profissional. O Facebook se mostra uma ferramenta indispensável para fidelizar o público, sendo ainda melhor para vender, possibilitando, com o Facebook Ads, comprar anúncios e segmentar o público-alvo, indo além de, simplesmente, impulsionar uma publicação.

3. Metodologia

Esta seção tem por intuito descrever o protocolo de pesquisa utilizado para o atingimento dos objetivos propostos. Nesse sentido, foi conduzida em duas etapas: uma exploratória e outra através de uma pesquisa *survey*. A etapa exploratória desta pesquisa deu-se através de pesquisa qualitativa da literatura existente, sendo selecionados artigos desenvolvidos no Brasil e no exterior, disponíveis no banco de dados do Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do Google Acadêmico, além de sítios científicos que abordam temas relacionados às micro e pequenas empresas e outros dedicados à tecnologia e meios de comunicação.

A coleta de dados foi desenvolvida por meio de um questionário (Roesch, 2013). O instrumento desenvolvido foi composto por questões fechadas e teve como público respondente os empreendedores de micro e pequenas empresas, tendo o levantamento (*survey*) como método de investigação. Como técnica de análise dos dados, este trabalho utilizou a estatística univariada. De acordo com Roesch (2013), a análise univariada observa as frequências de cada questão pesquisada, permitindo uma comparação da amostra com a população, verificando a representatividade da amostra levantada. A forma de contato e envio dos questionários para os respondentes deu-se através do Facebook, sendo estes escolhidos por conveniência. A fim de justificar a escolha da utilização do Facebook aplicado aos negócios, foram buscados modelos que compreendessem fatores internos e externos das organizações para atingir o desempenho organizacional desejado. O modelo desenvolvido por Lunardi, Dolci e Maçada (2010) foi escolhido visto sua estrutura, por ter sido desenvolvido com foco nas micro e pequenas empresas e por abordar temática próxima à ferramenta estudada neste trabalho.

No modelo de Lunardi, Dolci e Maçada (2010) foram identificados os construtos Utilidade Percebida, Necessidade Interna, Ambiente Organizacional e Pressões Externas como os principais motivos que levam as micro e pequenas empresas a adotarem a Tecnologia da

Informação (TI). Na necessidade interna, a empresa adota a tecnologia para atender suas necessidades; no ambiente organizacional, a empresa adota a tecnologia por entender que possui um ambiente favorável à sua utilização; com relação às Pressões Externas, a empresa adota a tecnologia em função da concorrência, por exigência dos clientes, entre outros; e na Utilidade Percebida, a empresa adota a tecnologia porque percebeu que seria útil na realização de suas atividades (Lunardi; Dolci; Maçada, 2010).

Os autores chamam a atenção para os motivos que levam as empresas a adotarem a TI. Estes motivos impactam nos investimentos em equipamentos e sistemas utilizados, benefícios percebidos, nas dificuldades encontradas na adoção das tecnologias, assim como na realização de tais investimentos.

A validação do conteúdo das questões do questionário desenvolvido por Lunardi, Dolci e Maçada (2010) foi realizada em um grupo de 30 micro e pequenas empresas, mostrando-se adequado. Em seguida, dois testes estatísticos foram realizados com os dados de 123 empresas respondentes: a análise fatorial e o Alfa de *Cronbach*, com o intuito de confirmar os quatro construtos: o ambiente organizacional, a utilidade percebida, necessidade interna e as pressões externas, como mostra a figura 1.

A partir do modelo de Lunardi, Dolci e Maçada (2010), aplicado ao contexto do *Facebook-Commerce* em micro e pequenas empresas, exploraram-se os fatores de adoção e as possíveis consequências do uso dessa tecnologia no desempenho organizacional. No entanto, é necessário observar a adequação dos construtos de adoção propostos no modelo ao objetivo de estudo deste trabalho. Para tanto, é necessário levar em consideração fatores que influenciam nas decisões, como as tarefas a serem desenvolvidas pela empresa no seu dia a dia; as ações da concorrência e exigência dos clientes; as condições do ambiente da empresa, a partir das suas características estruturais.

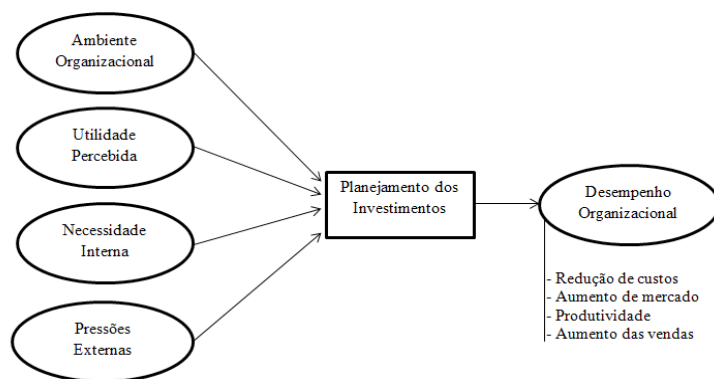


Figura 1 – Modelo teórico

Fonte: Adaptado de Lunardi; Dolci; Maçada (2010, p.12).

Surgem assim, como tentativa de respostas para o problema apresentado neste estudo, a partir das variáveis apresentadas no modelo, as seguintes hipóteses:

H1: O Facebook, utilizado nos processos do negócio, auxilia no seu desempenho.

H2: As pressões externas influenciam as empresas a adotarem o *Facebook-Commerce* para impulsionar seu desempenho.

H3: A estrutura organizacional das MPE's configura-se como um diferencial para a utilização do Facebook como impulsionador do seu desempenho.

O instrumento de pesquisa divide-se em quatro seções. Na primeira parte, compreende informações gerais da amostra, como informações da empresa (porte, setor de atuação, número de funcionários, local de desenvolvimento de suas atividades, recurso para acessar a Internet, e se possui *site* próprio na Internet). Na segunda parte, busca informações gerais do proprietário ou gerente (gênero, faixa etária, nível de escolaridade). Na terceira parte, a partir do modelo adaptado, sugerem-se alguns dos principais motivos pelos quais as empresas passaram a utilizar o Facebook-Commerce, contendo uma lista de 10 questões fechadas, operacionalizadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, variando entre: discordo totalmente a concordo totalmente. E, por fim, na quarta parte, propõem-se potenciais benefícios do uso do *Facebook-Commerce* pelas empresas, por meio de 12 questões fechadas e operacionalizadas em uma escala *Likert* de cinco pontos, variando entre: muito pouco a muitíssimo. Os quadros 1 e 2 apresentam as questões do instrumento. Partindo das três variáveis adaptadas a partir do modelo, as questões que os compreendem são distribuídas da seguinte forma: utilidade percebida (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q11, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q17); pressões externas (Q7, Q8, Q18, Q19); e estrutura organizacional (Q9, Q10, Q20, Q21, Q22). O instrumento é composto de questões adaptadas do trabalho de Lunardi; Dolci e Maçada (2010) e questões desenvolvidas levando em consideração o tema estudado.

Variáveis	Item	Sugestões de motivos para a adoção do Facebook nos negócios.
Utilidade Percebida	Q1	Para obter informações.
	Q2	Para melhorar o atendimento aos clientes.
	Q3	Para aumentar as vendas.
	Q4	Para divulgar a empresa.
	Q5	Para divulgar seus produtos e/ou serviços.
	Q6	Para aumentar o relacionamento da empresa com o cliente.
Pressões externas	Q7	Porque os concorrentes também têm utilizado.
	Q8	Por influência dos clientes.
Estrutura Organizacional	Q9	Para complementar outras formas de comunicação da empresa.
	Q10	Para realizar tarefas específicas mais rapidamente.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 1 – Sugestões de motivos para a adoção do Facebook-Commerce

Variáveis	Item	Sugestões de potenciais benefícios da utilização do Facebook nos negócios.
Utilidade Percebida	Q11	Ajuda na obtenção de novos clientes.
	Q12	Facilita a obtenção de informações úteis à empresa.
	Q13	Aumenta a capacidade de identificar problemas com antecedência.
	Q14	Permite conhecer melhor os pontos fortes e fracos da minha empresa.
	Q15	Permite a geração de informações que apoiam a tomada de decisão.
	Q16	Auxilia no aumento das receitas da minha empresa.
	Q17	Permite utilizar a informação gerada para fins estratégicos.
Pressões externas	Q18	Permite conhecer melhor a concorrência.
	Q19	Permite conhecer melhor os meus clientes.
Estrutura Organizacional	Q20	Melhora a comunicação com os clientes.
	Q21	Melhora o atendimento aos clientes.
	Q22	Auxilia no gerenciamento da minha empresa.

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Quadro 2 – Sugestões de benefícios da utilização do Facebook-Commerce

4. Resultados

O questionário foi enviado por meio da rede social Facebook para as micro e pequenas empresas que disponibilizam seus produtos e/ou serviços na rede social, resultando em uma amostra de 110 empresas, caracterizada na Tabela 1.

Informações gerais da empresa	Total em números	Porcentagem
Porte:		
Micro empresa	84	76,4%
Empresa de pequeno porte	26	23,6%
Setor em que atua:		
Indústria	5	4,5%
Comércio	65	59,1%
Serviços	40	36,4%
Número de funcionários, além do proprietário ou gerente:		
Nenhum	29	26,4%
1 a 5	53	48,2%
6 a 10	16	14,5%
11 a 15	2	1,8%
16 a 20	5	4,5%
Superior a 20	5	4,5%

Informações gerais da empresa	Total em números	Porcentagem
Principal local de desenvolvimento de suas atividades:		
Loja, oficina, fábrica, escritório	74	67,3%
Em casa	24	21,8%
Em local designado pelo cliente	10	9,1%
Em veículo automotor	2	1,8%
Via ou área pública	0	0%
A empresa possui como recurso de acesso à Internet:		
Apenas telefone celular	3	2,7%
Apenas micro computador	7	6,4%
Micro computador e telefone celular	100	90,9%
A empresa possui <i>site</i> na Internet?		
Sim	65	59,1%
Não	45	40,9%

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Tabela 1 – Características das empresas respondentes

Informações do proprietário ou gerente	Total em números	Porcentagem
Gênero:		
Masculino	61	55,5%
Feminino	49	44,5%
Faixa etária:		
Até 17 anos	0	0%
Entre 18 e 24 anos	8	7,3%
Entre 25 e 35 anos	47	42,7%
Entre 36 e 45 anos	26	23,6%
Entre 46 e 55 anos	22	20%
Superior a 55 anos	7	6,4%
Nível de escolaridade:		
Ensino fundamental incompleto	5	4,5%
Ensino fundamental completo	2	1,8%
Ensino médio incompleto	1	0,9%
Ensino médio completo	20	18,2%
Ensino superior incompleto	22	20%
Ensino superior completo ou mais	60	54,5%

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Tabela 2 – Características dos gestores

Com relação aos proprietários ou gerentes das micro e pequenas empresas respondentes, suas características são mostradas na Tabela 2.

A validação do instrumento se deu através da técnica de análise fatorial, por meio do software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) versão 20.0. No que tange à adequação da amostra, foi realizado o teste de *Kaiser-Meyer-Olkin* (KMO) e o teste de esfericidade de *Bartlett*. A extração de fatores ocorreu a partir do método de componentes principais. O procedimento de rotação utilizado foi o *Varimax*; e, por fim, verificou-se a confiabilidade da estrutura fatorial através do Alfa de *Cronbach*. Realizados os procedimentos estatísticos, a Tabela 3 apresenta, de forma resumida, os resultados obtidos. Nela, são apresentados os fatores encontrados com suas correspondentes cargas fatoriais em relação à estrutura completa e ao seu bloco de fator, a comunalidade (h^2) das variáveis, os autovalores (*eigenvalue*) de cada fator, o percentual da variância da amostra explicada por esses fatores, além dos índices de confiabilidade (*Cronbach*) e de apropriação da amostra (KMO e *Bartlett*). Na realização da análise houve a exclusão de cinco variáveis do instrumento, sendo excluídas as questões Q1, Q9, Q10, Q20 e Q22. Explica-se tal ação pela não conformidade do item ao fator encontrado para o mesmo, ao aspecto teórico do construto ou à baixa carga fatorial referente à variável.

Com relação à interpretação dos dados, através do teste KMO, conclui-se que a amostra possui tamanho adequado ao estudo fatorial. Como resultado, observou-se que a amostra possui uma boa adequação ao apresentar índice de 0,852. Já o teste de esfericidade de *Bartlett* indica que as correlações da amostra estudada são suficientes, visto que o nível de significância (p) é menor que 0,05. A extração de fatores é explicada pelo autovalor encontrado no método de componentes principais. Na análise, confirma-se a presença de três fatores para a utilização do Facebook, visando potencializar o desempenho das micro e pequenas empresas, a partir do elevado autovalor destes componentes, sendo descritos na sequência.

Benefícios percebidos: esse construto, no arranjo após a análise fatorial, é composto pelas questões Q11, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19 e Q21, as quais se referem aos potenciais benefícios do uso do Facebook utilizado nos negócios, na percepção dos micro e pequenos empresários, para atingir os objetivos estratégicos. Nas questões que tratam esse arranjo, partindo das publicações de informações referentes ao negócio na rede social, o gestor identificou aquelas que, na sua percepção, influenciaram nos seus objetivos estratégicos. O construto é responsável por aproximadamente 35,4% da variância da amostra, apresentando um autovalor de 6,18. As variáveis que passaram a integrar esse fator apresentaram cargas fatoriais adequadas, tanto na análise da estrutura fatorial completa, quanto na análise por blocos. Com relação ao Alfa de *Cronbach*, o construto apresentou grau de confiança de 0,930. As comunalidades encontradas indicam uma aceitável variabilidade das questões, com índices variando de 0,557 a 0,757 entre as suas dez questões.

Motivações internas: o construto é composto pelas questões Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6. Referem-se a alguns dos principais motivos pelos quais as empresas passaram a utilizar o *Facebook-Commerce*. No arranjo resultante da análise fatorial, agruparam-se as questões com os motivos internos que podem influenciar o gestor na adoção da rede social para auxiliar nos processos da empresa, nos quais envolvem aspectos da organização e tomada de decisão. Esse construto corresponde a 25,4% da variância

Variáveis	Bloco	Fator			h²
		1	2	3	
Benefícios percebidos					
Q17 - Permite utilizar a informação gerada para fins estratégicos.	,870	,842			,757
Q15 - Permite a geração de informações que apoiam a tomada de decisão.	,819	,826			,691
Q16 - Auxilia no aumento das receitas da minha empresa.	,800	,729			,736
Q11 - Ajuda na obtenção de novos clientes.	,788	,722			,719
Q13 - Aumenta a capacidade de identificar problemas com antecedência.	,781	,776			,672
Q12 - Facilita a obtenção de informações úteis à empresa.	,780	,783			,628
Q19 - Permite conhecer melhor os meus clientes.	,772	,737			,595
Q21 – Melhora o atendimento aos clientes.	,759	,725			,621
Q14 - Permite conhecer melhor os pontos fortes e fracos da minha empresa.	,756	,759			,635
Q18 - Permite conhecer melhor a concorrência.	,725	,671			,557
Motivações internas					
Q4 - Para divulgar a empresa.	,957		,956		,917
Q5 - Para divulgar seus produtos e/ou serviços.	,928		,933		,874
Q3 - Para aumentar as vendas.	,919		,910		,843
Q6 - Para aumentar o relacionamento da empresa com o cliente.	,840		,792		,735
Q2- Para melhorar o atendimento aos clientes.	,773		,703		,623
Motivações externas					
Q7 - Porque os concorrentes também têm utilizado.	,882			,869	,776
Q8 - Por influência dos clientes.	,882			,799	,709
Autovalor (<i>eigenvalue</i>)		6,18	3,92	1,56	
Percentual de variância explicada (Total: 71,1%)		35,4	25,4	10,3	
Alfa de Cronbach (Total: ,916)		,930	,918	,714	

Teste KMO: ,852

Teste de esfericidade de Bartlett: qui-quadrado aproximado: 1533,809

Valor de p: 0,00

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Tabela 3 – Estrutura fatorial sumarizada

da amostra e apresenta autovalor igual a 3,92. Os itens pertencentes a esse construto apresentaram altas cargas fatoriais em relação à estrutura fatorial completa. As communalidades apresentaram uma variabilidade entre 0,623 e 0,917 entre suas cinco questões. Em relação ao Alfa de Cronbach, esse também apresenta grau confiável (0,918), apresentando, também, boas cargas na análise realizada nos seus componentes.

Motivações externas: Possui como componentes as questões Q7 e Q8, as quais estão agrupadas entre alguns dos principais motivos pelos quais as empresas passaram a utilizar o *Facebook-Commerce*, sendo influenciadas por pressões externas. Na percepção dos micro e pequenos empresários, a utilização da rede social também é motivada por influência de agentes externos à empresa, entre eles: clientes e concorrentes. Os itens desse construto correspondem a 10,3% da variância da amostra, apresentando um autovalor de 1,56. Apresenta um autovalor menor se comparado aos anteriores e, consequentemente, o percentual representativo da variação de itens na amostra também é menor. Ainda assim, seus itens apresentaram altas cargas fatoriais (0,869 para Q7 e 0,799 para Q8). As comunalidades encontradas possuem valores próximos, sendo para Q7 de 0,776 e Q8 de 0,709. O Alfa de *Cronbach* apresentou grau de confiança de 0,714, apresentando também boas cargas na análise realizada nos seus blocos (0,882 para ambos os fatores). Juntos, os três fatores são responsáveis por 71,1% da variância total dos itens do instrumento. A análise fatorial foi realizada na estrutura completa, assim como em cada um dos três fatores obtidos. Apresentados e conceituados os construtos obtidos, decorre-se à análise descritiva dos mesmos, indicando, dessa forma, quais os aspectos mais impactantes na adoção do Facebook pelos gestores nos seus negócios. A Tabela 4 mostra a média aritmética,

Item	Média	s
Motivações internas	4,53	0,71
Q4 - Para divulgar a empresa.	4,71	0,71
Q5 - Para divulgar seus produtos e/ou serviços.	4,69	0,71
Q3 - Para aumentar as vendas.	4,59	0,75
Q6 - Para aumentar o relacionamento da empresa com o cliente.	4,46	0,87
Q2- Para melhorar o atendimento aos clientes.	4,20	1,00
Benefícios percebidos	3,61	0,90
Q16 - Auxilia no aumento das receitas da minha empresa.	4,05	1,07
Q11 - Ajuda na obtenção de novos clientes.	4,04	1,13
Q21 - Melhora o atendimento aos clientes.	4,01	1,11
Q19 - Permite conhecer melhor os meus clientes.	3,81	1,07
Q12 - Facilita a obtenção de informações úteis à empresa.	3,76	1,14
Q17 - Permite utilizar a informação gerada para fins estratégicos.	3,65	1,19
Q18 - Permite conhecer melhor a concorrência.	3,44	1,22
Q15 - Permite a geração de informações que apoiam a tomada de decisão.	3,25	1,16
Q13 - Aumenta a capacidade de identificar problemas com antecedência.	3,08	1,22
Q14 - Permite conhecer melhor os pontos fortes e fracos da minha empresa.	3,05	1,17
Motivações externas	3,08	1,08
Q8 - Por influência dos clientes.	3,08	1,26
Q7 - Porque os concorrentes também têm utilizado.	3,07	1,19

Fonte: Desenvolvido pelos autores.

Tabela 4 – Análise descritiva dos fatores e itens

o desvio-padrão (s) de cada fator e os respectivos itens correspondentes. A partir dos dados obtidos na análise descritiva, pode-se interpretar que os micro e pequenos empresários, ao visar um melhor desempenho do seu negócio, utilizam o *Facebook-Commerce*, na maioria das vezes, motivados por fatores internos. Essa afirmativa é embasada pelo valor apresentado para o construto “motivações internas”, com média encontrada de 4,53 entre as respostas. Nesse construto, pode-se encontrar aquele que apresentou a maior média dentre todos e que a utilização do Facebook, aplicado aos negócios pelas MPE's, consolida-se com o intuito de divulgação da empresa, apresentando média de 4,71. Muito próximo desse valor, outro motivo que se pode destacar é a utilização da rede social para divulgação dos produtos e/ou serviços da empresa (com média de 4,69).

Em busca de um melhor desempenho da organização, outra motivação interna é observada através da questão Q3, a qual sugere que as empresas utilizam a plataforma com a finalidade de aumentar suas vendas, obtendo média de respostas de 4,59. Outras motivações internas seriam a utilização da rede social para aumentar o relacionamento da empresa com seus clientes, com 4,46 de média das respostas, bem como melhorar o atendimento aos clientes (4,20). Analisando o próximo construto, com média geral de 3,61, esse busca identificar, na percepção dos gestores, os benefícios que a utilização do *Facebook-Commerce* traz para suas estratégias de desempenho. Como benefício principal constatado nesse fator, percebeu-se por parte dos micro e pequenos empresários que a utilização da ferramenta auxilia no aumento das receitas das empresas, apresentando média de 4,05 entre as respostas. Outro benefício que pôde ser identificado a partir das respostas da amostra pauta-se no fato de que a utilização da ferramenta ajuda na obtenção de novos clientes, apresentando média de 4,04. Foi possível identificar, também, que a rede social, com 4,01 de média entre as respostas, melhora o atendimento aos clientes. Prosseguindo com a análise, no que tange à percepção dos gestores, estes entendem que a utilização do *Facebook-Commerce* permite que se obtenha um melhor conhecimento de seus clientes (média de 3,81); com relação aos benefícios do Facebook no desempenho de suas empresas, percebe-se, também, que ela permite a obtenção de informações úteis à empresa, com média de 3,76 entre os respondentes. O fato de utilizar as informações geradas para fins estratégicos é percebida com 3,65 da média de respondentes. Apresentando médias de menor intensidade, surge a utilização da rede social com o intuito de conhecer melhor a concorrência (Q18 = 3,44 de média). Outra utilização com mesma característica de média converge na ideia de que sua utilização permite a geração de informações que apoiam a tomada de decisão (Q15 = 3,25). Por último, com relação aos benefícios identificados pelo micro e pequenos empresários, apresentaram como média de 3,08 e 3,05, respectivamente, as questões Q13 e Q14. Essas afirmam que a utilização do Facebook nos negócios aumenta a capacidade de identificar problemas com antecedência, assim como permite conhecer melhor os pontos fortes e fracos do negócio. Por fim, analisando o último construto obtido, esse apresentou média de 3,08. Pode-se constatar, assim, que a utilização do *Facebook-Commerce* é pouco influenciada por motivações externas. Entre as pressões externas sugeridas, a adoção da rede social pelas MPE's por influência dos clientes apresentou média de 3,08 entre os empresários respondentes. Quanto à adoção justificar-se pelo fato da concorrência também utilizar a rede social, esse fator apresentou média de 3,07 entre os respondentes.

Com base nos resultados apresentados, confirma-se a primeira hipótese levantada considerando o problema desta pesquisa - H1: O Facebook, utilizado nos processos do

negócio, auxilia no seu desempenho. Sua utilização auxilia no desempenho dos processos das organizações estudadas. Essa hipótese é confirmada através da média das respostas para os itens Q11, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q17, Q18, Q19 e Q21, componentes dos fatores que analisam os benefícios percebidos sugeridos na pesquisa aplicada aos gestores. Confirma-se, também, a segunda hipótese deste trabalho - H2: As pressões externas influenciam as empresas a adotarem o *Facebook-Commerce* para impulsionar seu desempenho. Devido às pressões externas, as empresas são influenciadas a utilizarem o *Facebook-Commerce* para impulsionar seu desempenho. Como mostram os resultados, essas motivações externas decorrem de pressões exercidas pelos clientes e pelo fato da concorrência também utilizar esse recurso, situação demonstrada pelas questões Q7 e Q8. Como conclusão para a terceira hipótese - H3: A estrutura organizacional das MPE's configura-se como um diferencial para a utilização do Facebook como impulsionador do seu desempenho. Não se pôde confirmar essa hipótese na pesquisa desenvolvida. Situações entendidas como características desse fator apresentaram não conformidade ao aspecto teórico do fator obtido após análise ou baixa carga fatorial, sendo excluídas da análise.

5. Conclusões

Nesta pesquisa, explorou-se a relação existente entre a adoção do *Facebook-Commerce* e o impacto percebido no desempenho organizacional das micro e pequenas empresas. Verificou-se que as MPE's são motivadas por três diferentes fatores: motivações internas, benefícios percebidos e motivações externas. Traçando um comparativo com o trabalho de Lunardi, Dolci e Maçada (2010), seus estudos encontraram como principal fator para a utilização da TI nas micro e pequenas empresas a influência de pressões externas. Nesta pesquisa, entende-se que o principal motivo para a utilização do Facebook nos negócios se dá por motivações internas.

Com relação à utilidade percebida, os autores destacam que esse fator não se mostrou significativo para a adoção de TI, demonstrando preocupação para o resultado. Para a pesquisa desenvolvida com a rede social, os benefícios percebidos pelos gestores são apresentados como o segundo fator mais relevante para a sua adoção, visando um melhor desempenho organizacional. Para os estudos sobre TI, as pressões externas são os principais fatores que motivam as organizações a informatizarem-se. No que tange à adoção do Facebook pelas micro e pequenas empresas nas suas estratégias, as motivações externas foram as que apresentaram menor significância na análise das respostas dos gestores. Quanto às informações obtidas nesta pesquisa, destaca-se a média de respondentes que passaram a utilizar o *Facebook-Commerce* influenciados por motivações internas. Como principais razões para a sua utilização, encontram-se a divulgação da empresa, dos seus produtos e/ou serviços, para aumentar as vendas, aumentar o relacionamento e o atendimento da empresa com seus clientes. Entre os principais benefícios percebidos, destaca-se o aumento das receitas, a obtenção de novos clientes e a melhoria do atendimento aos clientes. A utilização da plataforma para os negócios é influenciada de forma razoável, também, como descrito anteriormente, por agentes externos, seja pelo fato dos concorrentes a utilizarem ou por exigência dos clientes. A partir dos resultados obtidos, confirma-se a primeira e a segunda hipótese levantadas, percebendo-se que a rede social auxilia diretamente no desempenho dos processos das MPE's; assim como sua utilização se dá, também, por motivações

externas, mesmo essa situação apresentando menor relevância. Com relação à hipótese de que a estrutura das organizações configura um diferencial para a utilização da rede social, descarta-se tal situação por não apresentar influência na análise realizada. Como contribuição, este trabalho procura demonstrar um panorama da utilização do Facebook visando um melhor desempenho dos micro e pequenos negócios, levando em consideração sua popularidade e crescimento no número de usuários. Mostra que seu potencial deve ser cada vez mais explorado pelos gestores, devido à sua praticidade, baixos custos e por permitir um contato maior com seus clientes.

Sugere-se, a título de novas pesquisas, a realização do estudo das três hipóteses aqui propostas, mas em outra forma de mídia social. Outra possibilidade é a aplicação do *survey* elaborado para esta pesquisa em uma população de usuários de rede social de outra região geográfica (usuários de outro país ou outro continente).

Referências

- Belo, A., Castela, G., & Fernandes, S. (2013). Collaborative Virtual Environments: potential of social networks. The case of companies in the Algarve. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (12), 65–79. Doi: 10.4304/risti.12.65-79
- Back, C. (2012) Os 4 pilares do *marketing* digital para pequenas empresas. Acesso em: 24 maio 2015. Sítio web: <http://blogmidia8.com/2012/01/os-4-pilares-do-marketing-digital-para.html>.
- Brasil. (2006). Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.
- Braue, D. (2011) Facebook Commerce F Is The New E. *APC (Bauer Media Group)*, 31(10), 14–17. Sítio web: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=66436582&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 28 maio 2015.
- Chen, J., & Shen, X. (2015). Consumers' decisions in social commerce context: An empirical investigation. *Decision Support Systems*, 79, 55–64. Doi: 10.1016/j.dss.2015.07.012
- Degenne, A., & Forsé, M. (1999). *Introducing Social Networks*. London: Sage.
- Ebit. (2018). *Relatório Webshoppers 37*. ed. E-Bit. Sítio web: <https://pt.slideshare.net/LucasModesto6/webshoppers-37-2018>. Acesso em 23/06/2018.
- E-Commerce News (2011). *Baixo custo operacional leva o pequeno empresário às mídias sociais*. Sítio web: <http://ecommercenews.com.br/noticias/pesquisas-noticias/baixo-custo-operacional-leva-o-pequeno-empresario-as-midias-sociais>. Acesso em: 17 maio 2015.
- E-Commerce News (2013). *SOCIAL Commerce: como mensurar o impacto da mídia social no meu negócio?* Sítio web: <http://ecommercenews.com.br/noticias/pesquisas-noticias/social-commerce-como-mensurar-o-impacto-da-midia-social-no-meu-negocio>. Acesso em: 01 jun. 2015.

- Ellison, N. B., Steinfield, C., & Lampe, C. (2007). The benefits of Facebook “friends:” Social capital and college students’ use of online social network sites. *Journal of ComputerMediated Communication*, 12(4), 1. Sítio web: <http://jcmc.indiana.edu/vol12/issue4/ellison.html>. Doi: 10.1111/j.1083-6101.2007.00367.x
- Erazo, S., C. R., Castro, A. A., & Achicanoy, H. A. (2016). Inversión en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y su relación con en el direccionamiento estratégico de las PYMES de Santiago de Cali-Colombia. *RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (18), 01–17. doi:10.17013/risti.18.1-17
- Huang, Z., & Benyoucef, M. (2015). User preferences of social features on social commerce websites: an empirical study. *Technological Forecasting and Social Change*, 95, 57–72. Doi: 10.1016/j.techfore.2014.03.005
- Jambulingamis, M., Sumathi, C., & Rajagopal, G. R. (2015). Barriers of venturing into Facebook commerce among SMEs. *The Journal of Internet Banking and Commerce*, 2(8): 0–0. Sítio web: <http://www.icommercecentral.com>
- Kang, J.Y.M., & Johnson, K.K. (2015). F-Commerce platform for apparel online social shopping: Testing a Mowen’s 3M model. *International Journal of Information Management*, 35(6), 691–701. Doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2015.07.004
- Lemos, M. (2014). 6 coisas indispensáveis para um negócio online. Sítio web: <http://www.ferramentasblog.com/2014/12/6-coisas-indispensaveis-para-um-negocio-online.html>. Acesso em: 01 jun. 2015.
- Liang, T. P., Ho, Y. T., Li, Y. W., & Turban, E. (2011). What drives social commerce: The role of social support and relationship quality. *International Journal of Electronic Commerce*, 16(2), 69–90. Doi: 10.2753/JEC1086-4415160204
- Liébana-Cabanillas, F., & Alonso-Dos-Santos, M. (2017). Factors that determine the adoption of Facebook commerce: The moderating effect of age. *Journal of Engineering and Technology Management*, 44(1), 18. Doi: 10.1016/j.jengtecman.2017.03.001
- Lunardi, G. L., Dolci, P. C., & Maçada, A. C. G. (2010). Adoção de tecnologia de informação e seu impacto no desempenho organizacional: um estudo realizado com micro e pequenas empresas. *Revista de Administração*, 45(1), 5–17. doi: 10.1016/S0080-2107(16)30505-2
- Maia, C., Lunardi, G., Longaray, A., & Munhoz, P. (2018). Factors and characteristics that influence consumers’ participation in social commerce. *Revista de Gestão*, 25(2), 1–18. Doi: 10.1108/REG-03-2018-031
- Marsden, P. (2011). *The F-Commerce FAQ*. Sítio web: <http://digitalintelligencetoday.com/f-commerce-faq-all-you-ever-wanted-to-know-about-facebook-commerce-but-were-afraid-to-ask/>. Acesso em: 25 maio 2015.
- Martínez-Navarro, J., & Bigné, E. (2017). The value of marketer-generated content on social network sites: media antecedents and behavioral responses. *Journal of Electronic Commerce Research*, 18(1), 52–72. Sítio web: http://www.jecr.org/sites/default/files/2017vol18no1_Paper4.pdf

- Martins, F. (2014). Página x perfil: como usar o Facebook no e-commerce?. *E-Commerce News*. Sítio web: <http://ecommercenews.com.br/artigos/tutoriais/pagina-x-perfil-como-usar-o-facebook-no-e-commerce>. Acesso em: 25 maio 2015.
- Martins, J., Gonçalves, R., Santos, V., Cota, M., Oliveira, T., & Branco, F. (2015). A Proposal for a Social e-Learning Model2. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, (16), 92–107. Doi: 10.17013/risti.16.92-107
- Pequenas empresas & Grandes Negócios (2017). *Em Cinco Anos, Número De Pequenos Negócios Crescerá 43%*. Sítio web: <https://revistapegn.globo.com/Empreendedorismo/noticia/2017/10/em-cinco-anos-numero-de-pequenos-negocios-crescera-43.html>.
- Porto, F. (2012). F-Commerce: a revolução das lojas virtuais no Facebook. *Tec Triade Brasil*. Sítio web: <http://tectriadebrasil.com.br/blog/f-commerce-a-revolucao-das-lojas-virtuais-no-facebook/>. Acesso em: 31 maio 2015.
- Recuero, R. (2009). *Redes sociais na internet*. Porto Alegre: Sulina. Coleção Ciberultura, 191.
- Roesch, S. M. A. (2013). *Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudos de caso*. 3.ed. São Paulo: Atlas.
- Sebrae (2017). *Venda mais usando as redes sociais*. Sítio web: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/O-e%E2%80%9393commerce-nas-redes-sociais>. Acesso em: 01 jan. 2018.
- Sebrae (2018). *Análise o mercado antes de tomar decisões*. Sítio web: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/analise-o-mercado-antes-de-tomar-decisoes,500d7e0805b1a410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 01 mar. 2018.
- Soares, M., Dolci, D., & Lunardi, G. (2015). S-Commerce: um Experimento sobre Variáveis Moderadoras da Relação de Influência da Recomendação na Confiança. *Anais do Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 39.
- Souza, M., & Schoeffel, P. (2013). Panorama atual do social commerce no Brasil. *REAVI-Revista Eletrônica do Alto Vale do Itajaí*, 2(2), 161–164. Sítio web: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/reavi/article/view/4060/2919>. Acesso em: 17 maio 2015.
- Torres, C. (2010). *Guia Prático de Marketing na Internet para Pequenas Empresas: dicas para posicionar o seu negócio e conquistar novos clientes na Internet*. Sítio web: http://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Marketing/Marketing_Internet_TORRES.pdf
- Turban, E., Bolloju, N., & Liang, T. P. (2010). Social commerce: an e-commerce perspective. In *Proceedings of the 12th International Conference on Electronic Commerce: Roadmap for the Future of Electronic Business* (pp. 33-42). ACM. Doi: 10.1145/2389376.2389382

- Wang, C., & Zhang, P. (2012). The evolution of social commerce: The people, management, technology, and information dimensions. *Communications of the Association for Information Systems*, 31(5), 1–23. Sítio web: <http://aisel.aisnet.org/cais/vol31/iss1/5>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Zhang, H., Lu, Y., Gupta, S., & Zhao, L. (2014). What motivates customers to participate in social commerce? The impact of technological environments and virtual customer experiences. *Information & Management*, 51(8), 1017–1030. Doi: 10.1016/j.im.2014.07.005
- Zhou, L., Zhang, P., & Zimmermann, H. D. (2013). Social commerce research: An integrated view. *Electronic commerce research and applications*, 12(2), 61–68. Doi: 10.1016/j.elerap.2013.02.003

Gobernanza Corporativa y Gobernanza Corporativa de TI utilizando Analytic Hierarchy Process en la creación de valor

Adolfo Alberto Vanti¹, Pedro Solana-González², Rosane Seibert³

adolfo.vanti@ufsm.br, pedro.solana@unican.es, rseibert@san.uri.br

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Programa de Pós Graduação em Gestão de Organizações Públicas - UFSM/PPGOP, Avenida Roraima, 1000 Cidade Universitária, Bairro Camobi - Santa Maria, CEP 97105-900, Rio Grande do Sul, Brasil

² Universidad de Cantabria, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Avda. de los Castros s/n. 39005, Santander (Cantabria), España

³ Universidade Regional Integrada de Alto Uruguai e da Missões (URI), Mestrado em Gestão Estratégica de Organizações. Endereço rua Bento Gonçalves, 1199 apto 401, CEP 98801-700, Santo Ângelo, Brasil

DOI: 10.17013/risti.27.86-108

Resumen: La creación de valor depende directamente de la Gobernanza Corporativa (GC) y de la Gobernanza Corporativa de TI (GCTI), ambas vinculadas con los objetivos corporativos porque presentan a la empresa de manera más segura y sostenible a los *stakeholders* y a la sociedad en general, aumentando su diferencial competitivo. En este sentido de crear valor para satisfacer las necesidades de las partes interesadas, estructurando sistémicamente la empresa y perfeccionando su proceso decisorio multicriterio es en el que este trabajo integra las dos gobernanzas a través de los criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos y de diferentes sub-criterios y alternativas de decisión. Para ello se aplica el método *Analytic Hierarchy Process* para definir cuáles son las prioridades en GC y GCTI que más valor crean para las empresas. Esta cuestión ha sido respondida generando un modelo teórico-práctico estructurado por medio del Generador de Sistemas de Apoyo a la Decisión. Los resultados encontrados están relacionados con los criterios de Beneficios (55%), Recursos (24%) y Riesgos (21%). Las alternativas prioritarias están vinculadas con decisiones de: inversión y prioridades de TI (32,6%); necesidades de aplicaciones de negocios (24,6%); principios de TI (16,0%); arquitectura de TI (16,0%); e infraestructura de TI (10,8%).

Palabras-clave: Creación de valor; Toma de decisiones multicriterio; Gobernanza corporativa, Gobernanza corporativa de TI; método AHP.

Corporate Governance and IT Corporate Governance Using the Analytic Hierarchy Process in Creating Value

Abstract: Value Creation directly depends on Corporate Governance (CG) and Corporate Governance of IT (CGTI), both linked to corporate objectives because they present the company in a more secure and sustainable way to stakeholders and

society in general, increasing their competitive differential. In this sense of creating value to satisfy the needs of stakeholders, systemically structuring the company and perfecting its multicriteria decision-making process is where this work integrates the two governances through the criteria of Benefits, Risks and Resources and different sub-criteria and decision alternatives. To do this, the Analytic Hierarchy Process is applied to define the CG and CGTI priorities that create the most value for companies. This question has been answered by generating a theoretical-practical model structured through the Decision Support System Generator. The results found are related to the criteria of Benefits (55%), Resources (24%) and Risks (21%). The priority alternatives are linked to decisions of: IT investment and priorities (32.6%); business application needs (24.6%); IT principles (16.0%); IT architecture (16,0%); and IT infrastructure (10.8%).

Keywords: Value creation; Multicriteria decision making; Corporate governance, IT corporate governance; AHP method.

1. Introducción

Crear valor para que la empresa alcance un diferencial competitivo implementando estrategias (Mintzberg, 1990; Mintzberg, Lampel & Ahlstrand, 2005) en los actuales entornos digitalizados es de significativa complejidad, pues exige una integración equilibrada entre Gobernanza Corporativa (GC), Gobernanza Corporativa de TI (GCTI) y lo que ambos conceptos exigen. Estas exigencias están relacionadas en este trabajo con criterios de realización de Beneficios, optimización de Riesgos y Recursos, éstos a su vez desdoblados en sub-criterios que alcanzan hasta 17 en su totalidad, siendo éstos presentados en la Tabla 3 – Relación de Sub-criterios con los Objetivos de Gobernanza y se relacionan principalmente con inversiones, servicios, riesgos, regulaciones, transparencia, cultura, continuidad y disponibilidad de servicio; respuestas ágiles, toma estratégica de decisiones, optimización de costes, optimización en procesos y de costes en procesos, programas de cambio en el negocio; productividad, políticas internas; empleados y cultura de innovación de producto y negocio.

Por tanto, crear valor y alcanzar ventajas competitivas implementando estrategias de largo plazo es complejo para las empresas y exige decisiones que implican considerar múltiples criterios. Por este motivo y con el objetivo de profundizar en esta cuestión de investigación se utiliza el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 1980) en este trabajo. Este tipo de enfoque multicriterio es robusto por cuanto amplía las limitaciones del raciocinio humano al relacionar par a par todas las alternativas posibles para alcanzar una decisión optimizada.

De acuerdo con esto, el objetivo de este trabajo es determinar las prioridades y/o importancias que más valor crean en GC y GCTI, direccionando al uso del método AHP en las organizaciones empresariales. En la investigación se han realizado aplicaciones con varios casos reales en los que han participado diversos profesionales; siendo el foco del trabajo posicionar, tanto teóricamente como de manera práctica, el uso del método de decisión multicriterio AHP, acercando este enfoque al entorno de gestión.

El trabajo presenta la siguiente estructura: en primer lugar, se profundiza en la revisión de la literatura sobre Creación de Valor, Gobernanza Corporativa y Gobernanza Corporativa de TI. En segundo lugar, la investigación se centra en el posicionamiento metodológico considerando los fundamentos teóricos del método AHP, el contexto de desarrollo de

la investigación y los instrumentos de recogida y análisis de datos. Posteriormente se analizan los resultados de la investigación para finalizar presentando las conclusiones y futuras líneas de investigación.

2. Revisión de la Literatura

En este apartado se presenta la revisión de la literatura profundizando en la creación de valor, en los diversos enfoques multidisciplinares de Gobierno Corporativo y en la alineación empresarial vía el Gobierno Corporativo de TI.

2.1. Creación de Valor

Una empresa desarrolla y sostiene algún tipo de ventaja competitiva (Porter, 2008) cuando la misma implementa una estrategia de creación de valor que se diferencia de sus competidores atendiendo a las necesidades de los *stakeholders*. Además, también necesita crear valor, lo que se relaciona con conceptos de estrategia. Para que esto sea posible, autores como Ansoff & McDonnell (1990) afirman que la estrategia se convierte en un conjunto de reglas de decisión en la orientación de la forma como una organización progresa y desarrolla ventajas sobre sus competidores usando principalmente las conocidas cinco fuerzas competitivas.

Las estrategias pueden ser de crecimiento, de estabilidad y de reducción, todas ellas dirigidas a una mayor creación o generación de valor a los *stakeholders* (Wright, Kroll & Parnell, 1996; Mintzberg, 1990; Mintzberg, Lampel & Ahlstrand, 2005) en que una fuerte comunicación virtual y los avances tecnológicos se establecen actualmente impulsando a las empresas a la digitalización (Solana-González & Castro-Fuentes, 2018). Por tanto, crear valor está relacionado con un fuerte posicionamiento tecnológico basado en un enfoque de planificación estratégica, en el sentido que la define Chandler (1962), como los objetivos de una empresa que son determinados a largo plazo con el establecimiento de acciones y la aplicación de los recursos necesarios para alcanzarlos.

La estrategia (Mintzberg, 1990; Mintzberg, Lampel & Ahlstrand, 2005) se conecta con el consejo de administración haciendo de puente entre el mismo y la GC, pero siempre repercutiendo al final en valor para los accionistas, es decir, se considera que una empresa crea valor cuando obtiene rentabilidades superiores al coste de oportunidad del capital total invertido, adoptando estrategias empresariales (*value drivers*) implicando valor añadido económico - *Economic Value Added* (EVA) -, valor añadido de mercado - *Market Value Added* (MVA) -, valor añadido económico perfeccionado - *Refined Value Added* (REVA) - y otros.

En este trabajo se entiende la creación de valor a los *stakeholders* basada en los criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos (ISACA, 2012) en que los mismos consiguen estructurar el proceso gerencial en capitales que atiendan a la misión, visión y valores organizacionales, logrando conectarse internamente en la empresa. Así, cada uno de estos criterios de creación de valor está constituido a su vez por sub-criterios que totalizan 17 diferentes.

Los Beneficios se refieren al valor de las inversiones percibidas por los *stakeholders*, portafolio de productos y servicios competitivos, transparencia financiera y cultura de

servicio orientada al cliente. Los Recursos se refieren a optimizar costes y funcionalidades de los procesos de negocio, mejorar la productividad operacional y de los empleados, y mejorar a las personas, cualificándolas y motivándolas. Los Riesgos se refieren a la continuidad y disponibilidad del servicio del negocio y al cumplimiento de leyes y regulaciones externas e internas.

Una gestión dirigida a crear valor reúne varias metodologías que identifican, desarrollan y potencian el valor en la empresa, de forma que el valor económico es la mejor medida del éxito empresarial. Crear valor, más que desarrollar una estrategia financiera de corto plazo, es desarrollar la sostenibilidad empresarial a largo plazo, generando recompensas y buenas mediciones como el *cash-flow*, EVA y *Return On Investment* (ROI) pero también conocer con seguridad que la estructura de procesos de gobierno corporativo interno y externo está bien validada.

Esto ciertamente ocurre evaluando constantemente la GCTI en conjunto con los Sistemas de Información (SI) que dan soporte a la empresa (Turban, *et al.*, 2008) y a los procesos de negocios considerando SaaS, software como servicio (Araújo, Cota, 2016). Estas conexiones entre GC y GCTI para la creación de valor en conjunto con SI, exigen la toma de una serie de decisiones complejas multicriterio, como la aplicada en gestión de proyectos (Jabbarzadeh, 2018), investigación en la que los autores posicionaron la utilizaron del método AHP desarrollado por Saaty (1980).

El método AHP es el modelo matemático y de cálculo con el que se ha trabajado para validar la definición de prioridades. Estas prioridades definirán nuevas inversiones e incluso posteriores auditorías de gestión como las basadas en CobiT® (ISACA, 2017) que anticipan o mitigan los riesgos (Drljača & Latinović, 2016). Por lo tanto, se usa este método para identificar, no tanto aquellos aspectos que los responsables de la empresa consideran más relevantes en la creación de valor, sino la sistemática para alcanzar las prioridades con un enfoque de gestión, considerando incluso la posibilidad de incorporar la variabilidad intangible que generan las respuestas del encuestado.

2.2. Gobernanza Corporativa

La importancia de la Gobernanza Corporativa (GC) o también denominada Gobierno Corporativo, se establece por medio de investigaciones interdisciplinarias, incluyendo aspectos de gestión, económicos, relativos a finanzas, al derecho y a la contabilidad, en los ámbitos de organizaciones públicas y privadas (Bebchuk & Weisbach, 2010).

La función de la GC es proteger los intereses de los stakeholders y, por tanto, conforme se evidencia en otras investigaciones, la misma tiene el foco centrado en el Consejo de Administración (Adams, Hermlin & Weisbach, 2010; Gaa, 2009; García-Torea, Fernández-Feijoo & De La Cuesta, 2016; Lanis & Richardson, 2011; Ness, Miesing & Kang, 2010); en los ejecutivos y sus compensaciones (Hong, Li & Minor, 2016; Lozano, Martínez & Pindado, 2016); en el control de las corporaciones y en la estructura de propiedad (Abdallah & Ismail, 2017; Ararat, Black & Yurtoglu, 2017; Ducassy & Guyot, 2017); así como se centra en las políticas económicas de las corporaciones (Akbar, *et al.*, 2016; Briano-Turrent & Rodríguez-Ariza, 2016; Shawtari, *et al.*, 2016; Villanueva-Villar, Rivo-López & Lago-Peñas, 2016).

Además, existe preocupación por la transparencia y la rendición de cuentas (Christensen, *et al.* 2015; Mosunova, 2014), así como por el cumplimiento de las organizaciones (Griffith, 2016; McKay, Nitsch & Peters, 2015) en relación con el objetivo de proteger sus intereses públicos.

El tema de GC no es reciente pues desde Berle & Means (1932) y Coase (1937) se discute cómo las corporaciones pueden sobrevivir y si para crecer necesitan delegar poder en agentes para su gestión. Posteriormente, otras investigaciones discutieron los derechos de propiedad, después de todo, quién es el propietario de la corporación, aquél que ostenta el capital o aquél que efectivamente desarrolla la actividad, aquél que produce (Alchian & Demsetz, 1972; Demsetz, 1967).

Asimismo, se discute el poder del agente frente al principal, es decir, cuáles son los costes de delegar al agente la gestión del capital de los inversores para la toma de decisiones, pudiendo los agentes no actuar de acuerdo con los intereses del principal (Jensen & Meckling, 1976). En este sentido surge la GC, para minimizar los costes de agencia derivados de la separación entre propiedad y control (La Porta, *et al.*, 2000; La Porta, Lopez-de-Silanes & Shleifer, 1999; Morck, 2005; Shleifer & Vishny, 1986).

De este modo, el objetivo de la GC (Migliani, Ahmed & Henry, 2015) es reducir los problemas de agencia, tanto en el sector privado como en el público (Dawson *et al.*, 2016) y la creación de valor se establece con la definición de diversos criterios más generales, a saber: realizar Beneficios, optimizar Riesgos y optimizar Recursos, esto es, de manera integrada la empresa logra presentarse de forma más sostenible. Además, es importante señalar que la GC está sustentada por la GCTI o en su denominación anglosajona *Enterprise Governance of IT* (EGIT) (Van Grembergen & De Haes, 2017; ISO/IEC 38500:2008).

2.3. Gobernanza Corporativa de TI

Los profesores Van Grembergen & De Haes (2017) recuperan su propia definición de *Enterprise Governance of IT* (EGIT) señalando que EGIT o Gobernanza Corporativa de TI (GCTI) recoge los principios de GC al mismo tiempo que se concentra en la administración y utilización de las TI para concretar metas de desempeño corporativo; estando completamente integrada con la GC que es ejercida por el Consejo de Administración, el cual supervisa la definición e implementación de procesos, estructuras y mecanismos relacionales en la organización, posibilitando que las TI y las personas ejecuten sus responsabilidades en apoyo de la alineación empresarial y de TI para la creación de valor de negocio, a partir de inversiones de negocio habilitadas para TI (De Haes & Van Grembergen, 2015).

Integrada con la GC - que conforme a la OCDE define la creación de una estructura que determine los objetivos organizacionales y que haga una monitorización del desempeño para asegurar la concreción de los mismos - la EGIT, basada inicialmente en Weill & Ross (2005, pp. 2-5) e (ISO/IEC 38500:2008) con un énfasis más tecnológico, propone un marco para asociar la GC con las TI, caracterizando así el Gobierno Corporativo de TI. Asimismo, en lo que se refiere a las decisiones relacionadas con las TI los autores del MIT establecen cinco tipos de Decisiones principales (Weill & Ross, 2005, pp. 11): Decisiones referentes a principios de TI; Decisiones de arquitectura de TI; Decisiones de

infraestructura de TI; Decisiones referentes a necesidades de aplicaciones de negocios; y Decisiones de inversiones y prioridades de TI.

La EGIT se posiciona como la gobernanza de TI que define y amplía quién es gobernado, qué es gobernado y finalmente cómo se gobiernan las TI en relación con la GC y con la Teoría de Agencia (Tiwana, Konsynski & Venkatraman, 2013) ampliada en Alhuraibi (2017). En este sentido, la GCTI es la especificación del marco de responsabilidades para motivar el comportamiento deseable de las TI. No es la toma de decisiones en sí misma, pero define quién decide y contribuye sistemáticamente a ellas en diálogo permanente con los standards (ITIL, ISO's y CobiT®) que garantizan la información como activo de vital importancia a las organizaciones (ROCHA, 2014).

Así, la GCTI ha evolucionado y ha influido mucho en el modelo de evaluación de procesos tecnológicos COBIT 5®, buscando integrar enfoques competitivos como el Val IT (*Framework for Business Technology Management*) y el Risk IT (*Framework for Management of IT Related Business Risks*). Sin embargo, COBIT 5® contempla una mayor objetividad en la búsqueda de la creación de valor porque se orienta desde la GC a la estrategia (Pereira & Ferreira, 2015) en forma de cascada con los objetivos corporativos estructurados por medio del *Balanced Scorecard* (BSC) (Kaplan & Norton, 2004), hasta los objetivos de TI y alcanzando los habilitadores por medio de: principios, políticas, procesos, estructura de la organización, cultura, ética y comportamiento, información, servicios, infraestructura y aplicaciones, personas, habilidades y competencias.

De esta manera, la gobernanza se conecta con la tecnología a través de la estrategia (Freixo & Rocha, 2014). Sin embargo, las estrategias afectan y son afectadas por criterios en el nivel jerárquico más alto, y después, en un segundo nivel, por la elección de sub-criterios que apoyan y mejoran la toma de decisiones y la competitividad empresarial. Esta interacción entre criterios y sub-criterios, fundamentada en un enfoque de decisión multicriterio, permite establecer junto con las diversas alternativas, qué prioridades estratégicas son determinantes en la búsqueda de la empresa excelente, enfoque que metodológicamente se sustenta y sistematiza por medio del método *Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 1980) según se describe en la metodología de este trabajo.

3. Metodología

El *Analytic Hierarchy Process* (AHP) a diferencia de las técnicas empleadas en el desarrollo de sistemas tradicionales de procesamiento de transacciones, es utilizado en Sistemas de Apoyo a la Decisión (SAD) - *Decision Support Systems* (DSS) - (Sprague & Watson, 1989, pp. 20-22; Sprague & Carlson, 1982) con sus diversos sistemas generadores.

La metodología Multicriterio de Toma de Decisión – *Multicriteria Decision Making* (MCDM) - posee aplicaciones en muchas áreas del conocimiento científico y de gestión, como por ejemplo en la elección o priorización (Gupta, Bhaskar & Singh, 2017) de soluciones tecnológicas, problemas de localización, externalización o selección de proveedores logísticos (Bianchini, 2018).

El método AHP (Benítez *et al.* 2012) puede aplicarse para resolver problemas que requieren de evaluación y mediciones y se desarrolla a través de seis etapas clave (Saaty, 1980).

1. Definir el problema y establecer unos objetivos claros y los resultados esperados.
2. Descomponer un problema complejo en una estructura jerárquica de elementos de decisión. En el nivel alto de la jerarquía los objetivos generales y criterios se dividen en objetivos particulares o sub-criterios hasta alcanzar el nivel más bajo en el que se sitúan las alternativas.
3. Realizar comparaciones entre pares de elementos de decisión, formando matrices de comparación basadas en el establecimiento de la importancia relativa entre los factores de cada nivel jerárquico.
4. Chequear las propiedades de consistencia de las matrices con el propósito de garantizar que el razonamiento utilizado por quien toma la decisión es coherente y consistente.
5. Estimación basada en las matrices previas, de los pesos relativos de los elementos de decisión para alcanzar el objetivo general.
6. Hacer una evaluación de las alternativas basada en los pesos de los elementos de decisión.

En la Tabla 1 se muestra la escala utilizada para graduar o dar la importancia relativa entre los factores considerados en la evaluación.

1	El factor i tiene la misma importancia que el factor j
3	El factor i es moderadamente más importante que el factor j
5	El factor i es significativamente más importante que el factor j
7	El factor i es fuertemente más importante que el factor j
9	El factor i es extremadamente más importante que el factor j
2,4,6,8	Valores intermedios

Fuente: (Saaty, 1980).

Tabla 1 – Escala de definición de pesos en AHP

Entre las ventajas del método AHP se encuentran la evaluación multi-criterio, el uso de variables lingüísticas y la necesidad de análisis profundos para definir los pesos de las diversas alternativas de decisión, lo que lleva a un mejor conocimiento del problema abordado. El responsable de la toma de decisiones generalmente actúa en un límite de juicio psicológico de 7 puntos de diferencia con 2 puntos de variabilidad. Sin embargo, para problemas complejos o con múltiples alternativas, puede requerir un esfuerzo excesivo del sistema de computación y un alto número de comparaciones dos en dos, entre pares.

Conforme a Hogue (1987), un sistema de apoyo a la decisión es un sistema interactivo que proporciona al usuario un acceso fácil a modelos decisorios y datos con el fin de dar apoyo a las actividades de toma de decisiones semi-estructuradas o no estructuradas. El método AHP en su integración y aplicación en un DSS o SAD (Ferreti & Montibeller, 2016) converge completamente con esta definición, porque el usuario cuando construye su modelo incrementa las conexiones entre criterios y alternativas que generan un nuevo escenario de decisiones estratégicas. Se convierte entonces en un *Decision Support Systems Generator* (DSSG).

El problema multicriterial se debe descomponer de manera jerárquica y homogénea en niveles de comparación par a par, con mayor o menor concordancia conforme a las directrices del método AHP. De este modo, se construyen matrices comparativas en el intervalo de 1 a 9 conforme a la Tabla 2 que se presenta a continuación.

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & \cdots & a_{1n} \\ a_2 & a_2 & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_n \end{pmatrix}$$

Fuente: (Saaty, 1980).

Tabla 2 – Matrices comparativas en el método AHP

Cada grupo de elementos genera una característica de reciprocidad que puede ser ampliada para la construcción de modelos derivados del AHP como pueden ser los modelos FAHP - *Fuzzy AHP* - (Gu & Zhu, 2006) en los que se integran elementos de la lógica difusa a la hora de establecer comparaciones por pares o determinación de pesos (Dincer *et al.*, 2016), Cobo, Vanti & Rocha-Blanco (2014) y Nazari *et al.* (2018). Otra extensión del modelo AHP clásico es el *Analytic Network Process* (ANP) del profesor Saaty, que permite relaciones más complejas entre los elementos de decisión como para evaluación y optimización en empresas industriales y a entornos de gobierno (Gu, Saaty & Wei, 2018). Asimismo, cabe señalar que los métodos multicriterio son muy robustos, aunque también pasan por cuestionamientos y validaciones comparativas, lo cual es un aspecto muy positivo (Ishijaza & Siraj, 2018).

3.1. Contexto de la Investigación

El contexto de aplicación de esta investigación se ha estructurado en primer lugar respecto a la generación de la jerarquía para la creación de valor, considerando los criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos y sus respectivos sub-criterios definidos en las metas corporativas de COBIT 5® que se integran en forma de cascada con las metas del BSC, atendiendo a las partes interesadas en la GC. Por otra parte, se han hecho pruebas con diversos encuestados que han permitido analizar las formas de creación de valor, siendo el encuestado de una Consultora Tecnológica y de Negocio quien ha sido más efectivo en esta contribución. De este contexto se han podido transferir los análisis del criterio de Riesgos a instituciones financieras, estableciendo así futuros trabajos con este mismo enfoque.

En esta investigación se han realizado pruebas en 5 casos de manera evolutiva y en uno de manera más completa porque en el mismo la disponibilidad y la posición contributiva del encuestado ha sido mucho mayor en relación con los otros casos, permitiendo de esta manera hacer diversas validaciones tanto del instrumento generado como de los respectivos análisis. En una segunda ronda se han refinado las respuestas con mayor validación debido a que ciertos sub-criterios respondían a un énfasis P (Primario) en cuanto otros S (Secundario) y algunos no aplicaban.

Finalmente, se han podido generar diversos gráficos de resultados como los de sensibilidad relativos a desempeño, Dinámicos, Gradiente, *head to head* y 2D, que han podido ser combinados para facilitar los análisis comparativos. Para el análisis de resultados también ha sido posible generar gráficos circulares, radares y barras, y de este modo realizar un análisis completo posibilitando un mejor entendimiento de las decisiones finales, ya sean estas tomadas individualmente o en grupo.

3.2. Instrumento de Recogida de Datos

El instrumento de recogida de datos se diseñó en un primer momento mediante un artefacto en forma de cuestionario propio desarrollado en *Google Drive*, sobre el que posteriormente se han sido haciendo ajustes y validaciones para que pueda ser completado siguiendo una estructura más jerárquica y alineada con la teoría.

El cuestionario tiene por objeto solicitar al decisor que realice sus valoraciones sobre las importancias relativas de los diferentes criterios y sub-criterios. Para ello se establecieron una serie de preguntas de comparaciones dos a dos (par a par) utilizando la escala de Saaty (1-9). Se ha diseñado este tipo de instrumento para poder automatizar el proceso de recogida de datos y no tener que hacer casos personalmente a cada encuestado.

De este modo, se utilizaron inicialmente más de una centena de preguntas que definían primero las opciones de un nivel más alto en la jerarquía entre Beneficios, Recursos y

Relación con los objetivos de gobernanza	Beneficios	Riesgos	Recursos
Valor para las partes interesadas de las inversiones del negocio	P	-	S
Cartera de productos y servicios competitivos	P	P	S
Riesgos de negocio gestionados (salvaguarda de activos)		P	S
Cumplimiento de leyes y regulaciones externas		P	
Transparencia financiera	P	S	S
Cultura de servicio orientada al cliente	P	-	S
Continuidad y disponibilidad del servicio del negocio		P	
Respuestas ágiles a un entorno de negocio cambiante	P		S
Toma estratégica de decisiones basada en información	P	P	P
Optimización de costes de entrega del servicio	P	-	P
Optimización de la funcionalidad de los procesos de negocio	P	-	P
Optimización de los costes de los procesos de negocio	P	-	P
Programas gestionados de cambio en el negocio	P	P	S
Productividad operacional y de los empleados	P		P
Cumplimiento con las políticas internas		P	
Personas preparadas y motivadas	S	P	P
Cultura de innovación de producto y negocio	P	-	

Fuente: ISACA (2012).

Tabla 3 – Relación de Sub-criterios con los Objetivos de Gobernanza

Riesgos, para posteriormente bajar a un nivel jerárquico en el que se realizaron cruces entre sub-criterios y después entre alternativas. La Tabla 3 muestra los sub-criterios que se consideraron definitivos y su relación con los objetivos de gobernanza.

La relación de los sub-criterios con los objetivos de Gobernanza considera que algunos de los sub-criterios tienen una fuerte relación (P=Primarias) con Beneficios, Riesgos y Recursos, en cuanto que otros presentan una menor relación (S=Secundarias) o no tienen relación. En relación con la prueba que se hizo de recogida automatizada de datos, se ha percibido que hacer un artefacto en *Google Drive* por medio de un formulario resulta muy amplio (con muchas cuestiones) y todavía no se contemplaba todo lo necesario. Esto debido a las comparaciones *par a par*, como si fuera un “doble *Likert*” de respuestas que centran cada criterio por diferentes alternativas. Debido a esto, los autores de este trabajo de momento no recomiendan este tipo de implementación para la recogida de datos debido al poco tiempo del que disponen los gestores; al revés, recomiendan *face to face* con el encuestado, generando las matrices dentro del generador DSS para AHP (en este caso *Expert Choice*).

De cualquier forma, los autores de este trabajo continúan perfeccionando un artefacto que pueda automatizar el proceso para completar las matrices y ponerlo a disposición de la comunidad científica para que se pueda utilizar en estudios comparativos de diferentes regiones geográficas.

En la Figura 1 se muestran de manera jerárquica las alternativas de creación de valor representadas en el *software Expert Choice* con los criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos

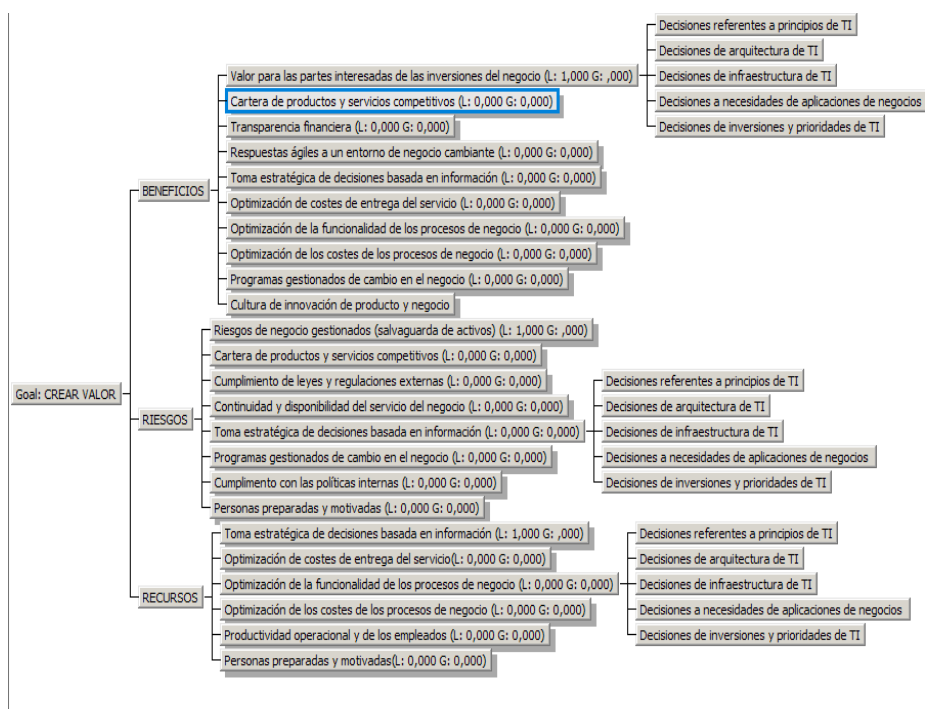


Figura 1 – Jerarquía para Crear Valor con Criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos

Recursos, los cuáles después se abren en los sub-criterios establecidos en la Tabla 3 anteriormente descrita (algunas alternativas se han omitido por falta de espacio aunque se encuentran adecuadamente modeladas).

Toda la jerarquía converge hacia el objetivo principal de crear valor sin perder la coherencia entre criterios, sub-criterios y alternativas. Las alternativas aparecen parcialmente en la Figura 1 para que el modelo pueda ser visto en la hoja, sin embargo, todas las alternativas están incluidas en el modelo, tanto para Beneficios como para Riesgos y Recursos. Las matrices formuladas fueron verificadas junto al encuestado para hacer una aplicación práctica y posteriormente se ha trabajado en el instrumento para la recogida y análisis de datos.

Normalmente en el proceso de recogida de datos intervienen dos perfiles de actores: el experto en la metodología de decisión y el responsable/s de la toma de decisiones en la empresa. El primero tiene el conocimiento metodológico y el segundo el conocimiento profundo de su organización y las implicaciones de los diferentes criterios a evaluar.

El experto AHP debe guiar al responsable de la toma de decisiones en el proceso de recogida de datos y valoraciones, descubriendo posibles inconsistencias lógicas del decisor y planteando alternativas de solución. Sin embargo, la evolución de los DSS busca cada vez más ofrecer al decisor el control de su propio proceso decisorio y proceso de negocios (Marques & Guerreiro, 2016), debido al dinamismo de la gestión actual, incluso de aumentar las garantías de compliance.

Específicamente en lo que se refiere al descubrimiento y a la resolución de posibles inconsistencias lógicas junto a cada encuestado, se ha podido verificar que inicialmente las respuestas tienden a posicionarse en los extremos, y en caso de no ser tan lógicas en un momento posterior cada encuestado armoniza sus respuestas con una distancia menor entre las valoraciones. Es decir, inicialmente un decisor piensa que está completamente en lo cierto en cuanto a su proceso decisorio, sin embargo, al avanzar en las respuestas, sigue por un camino más precavido, con menores distancias entre los valores/pesos elegidos.

3.3. Instrumento de Análisis de Datos

El instrumento de análisis de datos se aplicó como prueba a través del enfoque AHP y del DSSG *Expert Choice* desarrollado por el profesor Saaty y su equipo. Para la estructuración de su método se utilizó la implementación por tiempo determinado.

En los análisis realizados fueron consideradas:

- Las prioridades.
- Las estructuras de par a par.
- Las inconsistencias de las comparaciones, teniendo éstas que quedar dentro de los límites sugeridos por el método AHP (todas debajo de 0,1).

La Figura 2 muestra la matriz principal de comparación entre criterios, esto es, Beneficios, Riesgos y Recursos por Beneficios, Riesgos y Recursos, con el respectivo índice de inconsistencia dentro de los parámetros sugeridos por Saaty (1980).

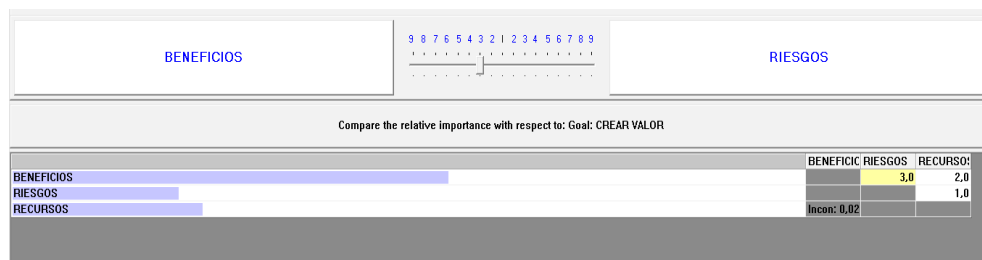


Figura 2 – Matriz Principal de Importancia Relativa de Beneficios, Riesgos y Recursos

Esta aplicación ha generado un índice de inconsistencia adecuado, por debajo de 0,1. El *software* así lo facilita, lo que reduce el número de expertos para el desarrollo de este tipo de proceso, esto es, el propio decisor puede hacer el ciclo completo de modelación y generación del *ranking* de priorización.

La Figura 3 presenta la matriz principal de importancia conforme a la óptica de Beneficios. El *software Expert Choice* destaca en rojo cuando es más importante y siguiendo la Tabla 1 de criterios de Saaty se refiere al sub-criterio de la derecha. En este caso a la “*Cartera de productos y servicios competitivos*”.

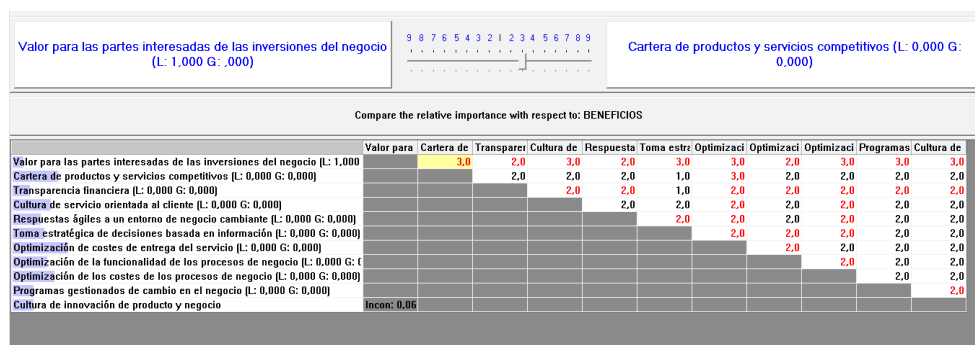


Figura 3 – Matriz Principal de Importancia Relativa de Beneficios

Se pueden verificar también la entrada de datos como ejemplificación para la relación entre “*Valor para las partes interesadas de las inversiones del negocio*” y “*Cartera de productos y servicios competitivos*” desde la óptica también de Beneficios.

En la Figura 4 la óptica es de Riesgos y como análisis se puede visualizar la relación entre “*Riesgos de negocio gestionados (salvaguarda de activos)*” y “*Cartera de productos y servicios competitivos*”, siendo el índice de inconsistencia 0,04%.

En la Figura 5 la óptica es de Recursos y en ella es posible verifica runas de las relaciones que es la relación entre “*Toma estratégica de decisiones basada en información*” frente a “*Optimización de costes de entrega del servicio*”. También en esta matriz como en

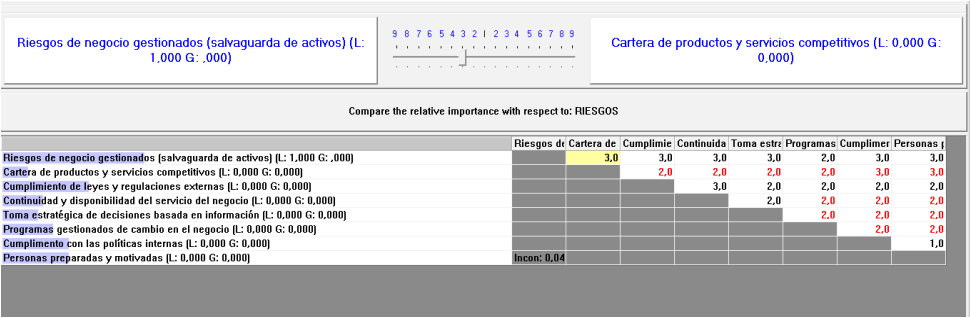


Figura 4 – Matriz Principal de Importancia Relativa de Riesgos

todas las otras la captura de datos ha sido *face to face*, lo que es más rápido que un artefacto disponible en *Google Drive* pero exige la disponibilidad de experto de AHP.

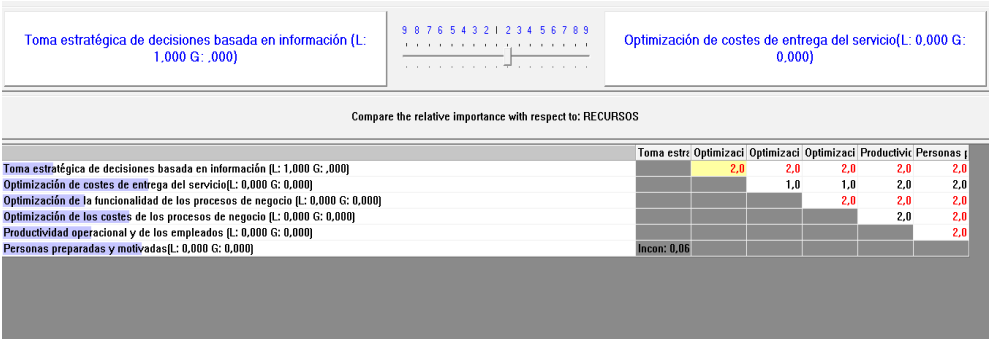


Figura 5 – Matriz Principal de Importancia Relativa de Recursos

En este caso los sub-criterios de “Toma estratégica de decisiones basada en información”, “Optimización de costes de entrega del servicio”, “Optimización de la funcionalidad de los procesos de negocio”, “Optimización de los costes de los procesos de negocio”, “Productividad operacional y de los empleados” y “Personas preparadas y motivadas” son los considerados P (Primarios) para el criterio de Recursos.

4. Análisis de Resultados

Desde el enfoque metodológico AHP y a partir de los instrumentos de recogida y análisis de datos se presentan a continuación los resultados de la priorización final para alcanzar el objetivo de crear valor. El *software* (que posee fuertes características como DSS) proporciona distintos análisis priorizados para los diferentes criterios, así como el *ranking* de las diferentes alternativas de decisión.

Se presenta a continuación la figura 6 con la Matriz de Beneficios con los porcentajes de priorización resultantes.

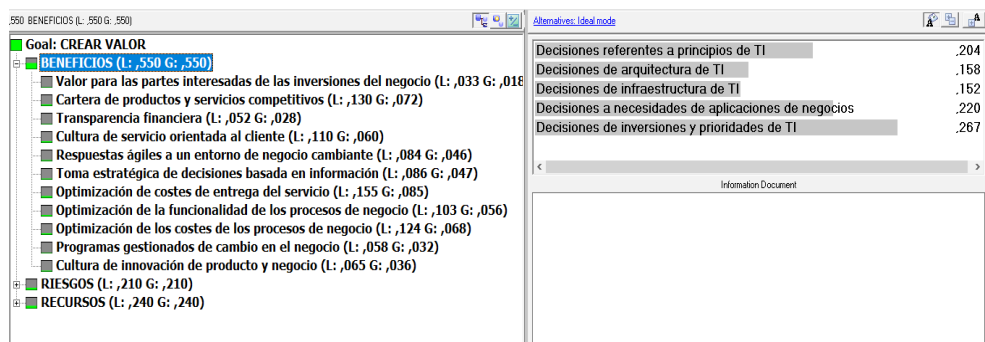


Figura 6 – Matriz de Beneficios - Resultados de Priorización

Tal y como se presentan en la Figura 6, la priorización de alternativas de decisión calculadas para Beneficios son las siguientes:

- Decisiones de inversiones y prioridades de TI (26,7%).
- Decisiones a necesidades de aplicaciones de negocios (22%).
- Decisiones referentes a principios de TI (20,4%).
- Decisiones de Arquitectura de TI (15,8%).
- Decisiones de infraestructura de TI (15,2%).

El análisis en este criterio se centra en la Matriz de Beneficios comparándose entre sí todos los sub-criterios. En la Figura 6 se encuentra también las importancias generales, para los elementos de Beneficios y estas pueden ser encontradas a la izquierda de la figura.

Para la Matriz de Riesgos lógicamente cambian los porcentajes calculados par a par conforme al criterio de Saaty (1980). En la columna derecha de la Figura 7 se pueden visualizar los 5 tipos de decisiones de Weill & Ross (2005) y sus porcentajes.

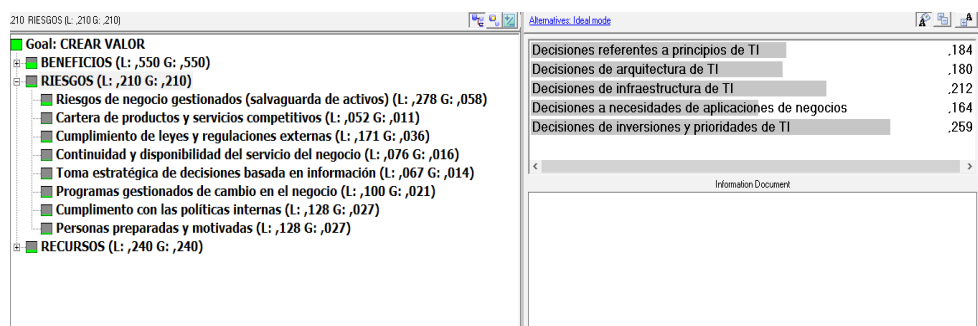


Figura 7 – Matriz de Riesgos - Resultados de Priorización

En la Matriz de Riesgos con los resultados de la priorización respecto al criterio de Riesgos se realizó igualmente comparando todos los sub-criterios entre sí. En la Figura 7

también se puede verificar las importancias generales en la parte izquierda de la figura. De este modo, la priorización de las alternativas de decisión calculadas para Riesgos se establece como sigue:

- Decisiones de inversiones y prioridades de TI (25,9%).
- Decisiones de infraestructura de TI (21,2%).
- Decisiones referentes a principios de TI (18,4%).
- Decisiones de arquitectura de TI (18,0%).
- Decisiones a necesidades de aplicaciones de negocios (16,4%).

Finalmente, en la Figura 8 se presentan los resultados de priorización referentes al criterio de Recursos.

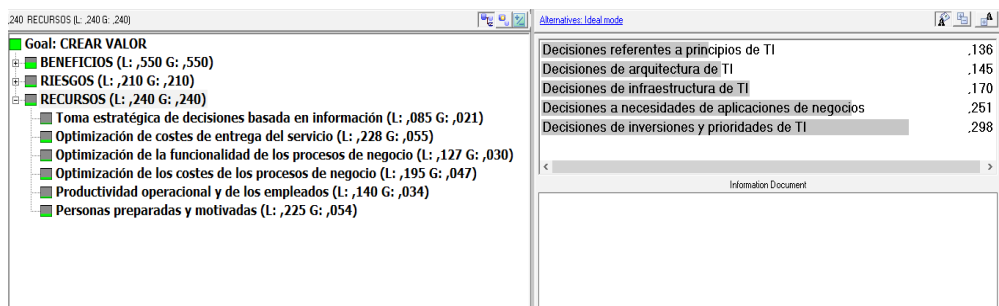


Figura 8 – Matriz de Recursos - Resultados de Priorización

El análisis del criterio Recursos se realizó con la matriz de la Figura 8, comparándose todos los sub-criterios entre sí. En la Matriz de Recursos se ha considerado el ajuste de validación para encuadrar el nivel de inconsistencia por debajo de 0,1 tal y como se muestra en la parte inferior izquierda.

Los resultados de la priorización de alternativas de decisión calculadas para el criterio de Recursos es la siguiente:

- Decisiones de inversiones y prioridades de TI (29,8%).
- Decisiones a necesidades de aplicaciones de negocios (25,1%).
- Decisiones de infraestructura de TI (17,0%).
- Decisiones de arquitectura de TI (14,5%).
- Decisiones referentes a principios de TI (13,6%).

La priorización final para alcanzar del objetivo de crear valor extraída del DSSG *Expert Choice* se muestra en la Figura 9.

La priorización conjunta de alternativas de decisión evidencia las siguientes participaciones porcentuales:

- Decisiones de inversiones y prioridades de TI (32,6%).
- Decisiones a necesidades de aplicaciones de negocios (24,6%).
- Decisiones referentes a principios de TI (16,0%).

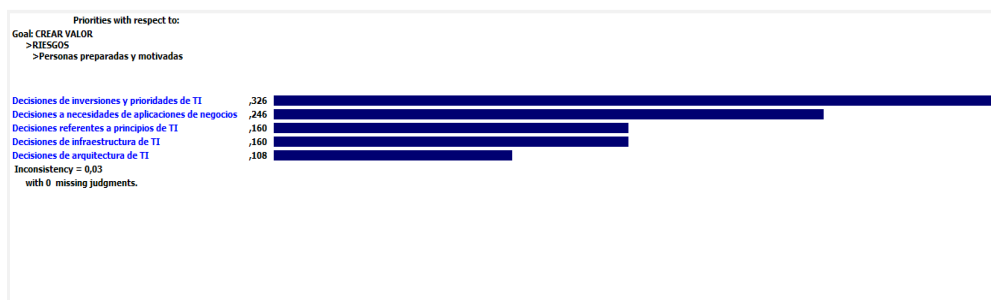


Figura 9 – Síntesis de Prioridades para la Creación de Valor

- Decisiones de infraestructura de TI (16,0%).
- Decisiones de arquitectura de TI (10,8%).

Para finalizar, destacar que los Beneficios (55%) y los Recursos (24%) se disputarían la prioridad máxima frente al criterio de Riesgos (21%) (ver Figura 10). Además, como muestra el gráfico, el DSSG *Expert Choice* proporciona diversos recursos de análisis de sensibilidad para simular lo que acontecería en caso que el decisor quisiera alterar la ejecución de uno de los 3 criterios principales.

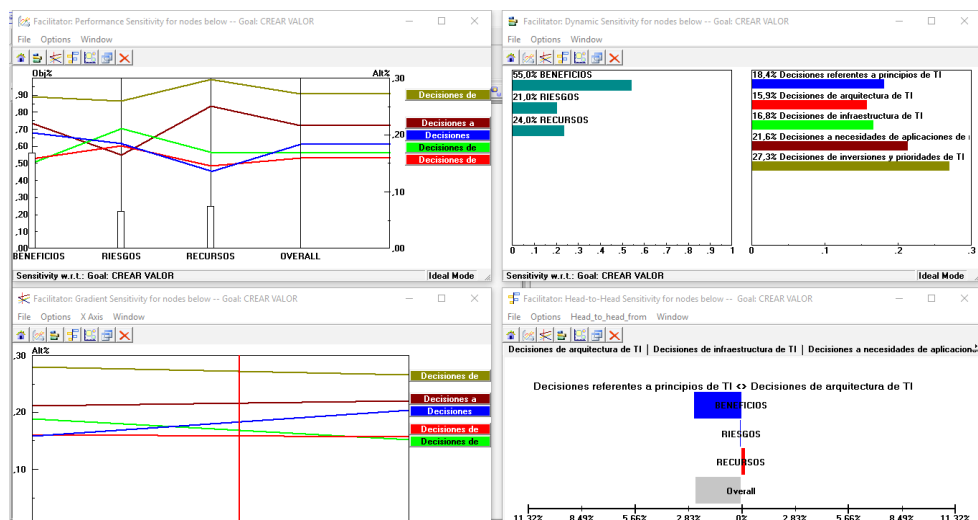


Figura 10 – Prioridades de Beneficios, Recursos y Riesgos

Tanto para Beneficios como en Recursos y Riesgos este análisis de sensibilidad puede prever lo que pasaría de cambiase uno de ellos, o sea, caso de que el decisor quiera reducir aún más la participación de Riesgos, como se comportarían las decisiones, en qué decisiones se necesitaría una preocupación mayor en el día a día del proceso administrativo. Asimismo, el DSSG también permite hacer una adecuación más detallada

entre los valores sugeridos por Saaty, presentados en la Tabla 1, para la definición de la escala de pesos en AHP.

5. Conclusiones

Crear valor empresarial que se refleje en los *shareholders* y en la sociedad, exige tomar decisiones acertadas que actualmente son muy complejas, por lo que es muy recomendable el empleo de técnicas y métodos de decisión multicriterio. Por tanto, no simplificar las decisiones complejas y buscar la priorización de todas las alternativas posibles permite optimizar los Beneficios y Recursos, y minimizar los Riesgos, lo que es coherente con las mejores prácticas en GC y GCTI.

Esta investigación ha contado con el apoyo del Proyecto MCTI/CNPQ/Universal y ha buscado responder a la cuestión sobre ¿Cuáles son las prioridades en GC y GCTI que más Valor Crean para las empresas? Los hallazgos encontrados evidencian que el criterio de Beneficios (55%) es prioritario en cuanto a su importancia sobre los criterios de Recursos (24%) y Riesgos (21%).

En la creación de valor los criterios de Beneficios, Riesgos y Recursos dependen del Gobierno Corporativo y del Gobierno Corporativo de TI que, a su vez, mejoran las estrategias empresariales y aumentan la competitividad. En este sentido, los hallazgos encontrados para la creación de valor son convergentes con las metas corporativas de COBIT 5 mantenido por ISACA (2012), dado que en la jerarquía planteada ha sido muy factible considerar las 5 decisiones de Weill & Ross (2005).

La investigación también ha puesto de manifiesto las limitaciones de generar un artefacto para la recogida automática de datos en internet, frente a las entrevistas cara a cara que por el contrario suponen una alta disponibilidad del experto en AHP. En este sentido, cabe destacar que el desempeño en el uso del sistema *Expert Choice* es más efectivo cuando el decisor colabora en la función de modelación y estructuración de la jerarquía orientada a alcanzar el objetivo. Sin embargo, su coste es mayor y puede ser significativo si se considera aplicarlo en Pymes.

Crear valor significa reducir Riesgos, optimizar Beneficios y Recursos para que los *stakeholders* puedan comprender la empresa y ver que sus estrategias son implementadas en el sentido de generar diferenciales competitivos. Sin embargo, las empresas actualmente actúan en mercados en los que intervienen múltiples variables, muy dinámicos y donde hay mucha incertidumbre. Todo ello en un contexto en el que los avances tecnológicos son continuados y pueden comprometer la supervivencia de la empresa.

Distintos autores de estrategia como Mintzberg (1990) señalaron que las estrategias emergentes pueden surgir abruptamente desestabilizando la estrategia programada o incluso tener una connotación efímera, de muy corto plazo (Mirabeau, Maguire & Hardy, 2018). Estas estrategias pueden ser perfectamente controladas y gestionadas cuando se tiene conocimiento de conceptos, técnicas y modelos como la metodología *Multiple Criteria Decision Making* que permite priorizar (Gupta, Bhaskar & Singh, 2017) diversos tipos de problemas en los que se ven involucrados distintas variables de decisión. Siendo así, estas priorizaciones pueden ser calculadas (como se ha hecho en esta investigación),

de acuerdo con la metodología AHP y sus derivaciones - *Fuzzy AHP* - a partir de las matrices de valoraciones dos a dos en cada nivel jerárquico del árbol de decisión.

La síntesis final de las decisiones priorizadas extraída del DSSG *Expert Choice* para alcanzar el objetivo de creación de valor es la siguiente: 1) Decisiones de inversiones y prioridades de TI (32,6%); 2) Decisiones relativas a necesidades de aplicaciones de negocios (24,6%); 3) Decisiones referentes a principios de TI (16,0%); 4) Decisiones de infraestructura de TI (16,0%); y 5) Decisiones de arquitectura de TI (10,8%).

De esta manera se han sintetizado las prioridades que hacen posible que los decisores perfeccionen su diferencial competitivo, pues cada una de las alternativas que se contemplan a la hora de implementar la estrategia, pueden ser evaluadas en su conjunto para alcanzar un rendimiento de mayor nivel en la creación de valor, considerando los dos tipos de gobernanzas.

Las contribuciones y hallazgos de este trabajo para la creación de valor, el apoyo a la toma de decisiones empresarial y la mejora de su excelencia y competitividad, se extienden a la comunidad académica por cuanto la investigación desarrollada puede generar un paso a paso metodológico para otros trabajos que pueden implementar esta sistemática en problemas que implican múltiples variables de decisión.

Para futuros trabajos se sugiere que la estructura jerárquica sea validada también después de implementada en el DSSG *Expert Choice* y que los resultados sean validados matemáticamente. Asimismo, se recomienda realizar una nueva ronda junto al encuestado/decisor, seguida de una toma de decisión con acompañamiento para confirmar la validez en la aplicación del método. Esta iniciativa ya está siendo implementada para el acompañamiento del proceso decisorio par a par con AHP, verificando a posteriori la decisión elegida.

Finalmente, también para futuras investigaciones, se recomienda plantear en este mismo modelo alternativas de Departamentos, esto es, definir qué Departamentos implementan mejor la GC y la GCTI para la creación de valor, así como alternativas de Profesionales para definir cuáles añaden más valor al implementar la GC y la GCTI. También se está investigando la comparación gradual con otros métodos como el SWOT-OA *fuzzy* de definición de prioridades estratégicas.

Referencias

- Abdallah, A., & Ismail, A. (2017). Corporate governance practices, ownership structure, and corporate performance in the GCC countries. *Journal of International Financial Markets Institutions and Money*, 46, 98–115. doi.org/10.1016/j.intfin.2016.08.004
- Adams, R. B., Hermalin, B. E., & Weisbach, M. S. (2010). The role of boards of directors in corporate governance: A conceptual framework and survey. *Journal of Economic Literature*, 48(1), 58–107.
- Akbar, S., Poletti-Hughes, J., El-Faitouri, R., & Shah, S. (2016). More on the relationship between corporate governance and firm performance in the UK. *Research in International Business and Finance*, 38, 417–429. doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.03.009

- Alchian, A. A., & Demsetz, H. (1972). Production, Information Costs, and Economic Organization. *The American Economic Review*, 62(5), 777–795.
- Alhuraibi, A. (2017). From IT-Business Strategic Alignment to Performance: A Moderated Mediation Model of Social Innovation, and Enterprise Governance of IT S.l.: [s.n.]. TICC Series. *Dutch Research School for Information and Knowledge Systems*. Tilburg University.
- Ansoff, I. H., & McDonnell, E. (1990). *Implanting strategic management*. New York: Prentice Hall.
- Ararat, M., Black, B. S., & Yurtoglu, B. (2017). The effect of corporate governance on firm value and profitability: time-series evidence from Turkey. *Emerging Markets Review*, 30, 113–132. doi.org/10.1016/j.ememar.2016.10.001
- Araújo, V., & Cota, M. (2016). Software como um Serviço: uma visão holística. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*. 19(9), 145–157.
- Bebchuk, L. A., & Weisbach, M. S. (2010). The State of Corporate Governance Research. *The Review of Financial Studies*, 23(3), 939–961.
- Benítez, J., Delgado-Galván, X., Izquierdo, J., & Pérez-García, R. (2012). An approach to AHP decision in a dynamic context. *Decision Support Systems*, 53, 499–506.
- Berle, A. A., & Means, G. C. (1932). *The modern corporation and private property*. New York: Macmillan.
- Bianchini, A. (2018). 3PL provider selection by AHP and TOPSIS methodology. *Benchmarking: An International Journal*, 25(1), 235–252. doi.org/10.1108/BIJ-08-2016-0125.
- Briano-Turrent, G., & Rodríguez-Ariza, L. (2016). Corporate governance ratings on listed companies: an institutional perspective in Latin America. *European Journal of Management and Business Economics*, 25 (8), 63–75. doi.org/10.1016/j.redeen.2016.01.001
- Chandler, A. D. (1962). *Strategy and structure: chapters in the history of the industrial enterprise*. (2nd ed). Cambridge, MA: MIT Press.
- Christensen, J., Kent, P., Routledge, J., & Stewart, J. (2015). Do corporate governance recommendations improve the performance and accountability of small listed companies?. *Accounting and Finance*, 55(1), 133–164. doi.org/10.1111/acfi.12055
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica: New Series*, 4(16), 386–405.
- Cobo, A., Vanti, A. A., & Rocha-Blanco, R. (2014). A fuzzy multicriteria approach for it governance evaluation. *Journal of Information Systems and Technology Management*, 11(2), 257–276. http://dx.doi.org/10.4301/S1807-17752014000200003
- Dawson, G., Denford, J., Williams, C.K., Preston, D., & Desouza, K.C. (2016). An Examination of Effective IT Governance in the Public Sector Using the Legal View of Agency Theory. *Journal of Management Information Systems*, 33(4), 1180–1208.

- De Haes, S., & Van Grembergen, W. (2015). *Enterprise governance of Information Technology: Achieving Alignment and Value, Featuring COBIT 5®*. USA: Springer. doi.org/10.1007/978-3-319-14547-1
- Dincer, H., Hacıoglu, U., Tatoglu, E., & Delen, D. (2016). A fuzzy-hybrid analytic model to assess investors' perceptions for industry selection. *Decision Support Systems*, 86(C), 24–34. doi.org/10.1016/j.dss.2016.03.005
- Drljača, D., & Latinović, B. (2016). Frameworks for Audit of an Information System in Practice. *Journal of Information Technology and Applications*, 6(2). 78–85.
- Demsetz, H. (1967). Toward a theory of property rights. *The American Economic Review*, 57(2), 347–359.
- Ducassy, I., & Guyot, A. (2017). Complex ownership structures, corporate governance and firm performance: The French context. *Research in International Business and Finance*, 39(Part A), 291–306. doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.07.019
- Ferreti, V., & Montibeller, G. (2016). Key challenges and meta-choices in designing and applying multi-criteria spatial decision support systems. *Decision Support Systems*, 84, 41–52. doi.org/10.1016/j.dss.2016.01.005
- Freixo, J., & Rocha, A. (2014). Information Architecture to Support Quality Management in Hospital Units. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 14(12), 1–15. doi.org/10.17013/risti.14.1-15.
- García-Torea, N., Fernández-Feijoo, B., & De la Cuesta, M. (2016). Board of director's effectiveness and the stakeholder perspective of corporate governance: Do effective boards promote the interests of shareholders and stakeholders?. *Business Research Quarterly*, 19(4), 246–260.
- Gaa, J. C. (2009). Corporate Governance and the Responsibility of the Board of Directors for Strategic Financial Reporting. *Journal of Business Ethics*, 90(Supplement 2), 179–197.
- Griffith, S. (2016). Corporate Governance in an Era of Compliance. *William & Mary Law Review*, 57(6), 2075–2140.
- Gu, W., Saaty, T., & Wei, L. (2018). Evaluating and Optimizing Technological Innovation Efficiency of Industrial Enterprises Based on Both Data and Judgments. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 17(1), 9–43.
- Gu, X., & Zhu, Q. (2006). Fuzzy multi-attribute decision-making method based on eigenvector of fuzzy attribute evaluation space. *Decision Support Systems*, 41(2), 400–410. doi.org/10.1016/j.dss.2004.08.001
- Gupta, K., Bhaskar, P., & Singh, S. (2017). Prioritization of factors influencing employee of e-government using the analytic hierarchy process. *Journal of Systems and Information Technology*, 19(1-2), 116–137.
- Hogue, J. T. (1987). A Framework for the Examination of Management Involvement in Decision Support Systems. *Journal of management information systems*, 4(1), 96–110. doi.org/10.1080/07421222.1987.11517788

- Hong, B., Li, Z., & Minor, D. (2016). Corporate governance and executive compensation for corporate social responsibility. *Journal Business Ethics*, 136(1), 199–213. doi.org/10.1007/s10551-015-2962-0
- Isaca (2012). *A business framework for the governance and management enterprise IT*. Rolling Meadows, IL, EUA: Information Systems Audit and Control Association, ISACA.
- Isaca (2017). What is COBIT 5?. Retrieved from: <http://www.isaca.org/COBIT>.
- ISO/IEC (s.d.). ISO/IEC 38500:2008. *Corporate Governance of Information Technology*. Retrieved from: www.iso.org.
- Ishijaza, A., & Siraj, S. (2018). Are multi-criteria decision-making tools useful? An experimental comparative study of three methods. *European Journal of Operational Research*, 264(2), 462–471.
- Jabbarzadeh, A. (2018). Application of the AHP and TOPSIS in project management. *Journal of Project Management*, 3(2), 125–130.
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1976). Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(1), 305–360.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2004). *Strategy Maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*. Boston: Harvard Business School Press.
- La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., & Shleifer, A. (1999). Corporate ownership around the world. *Journal of Finance*, 54(2), 471–517.
- La Porta, R., Shleifer, A., Lopez-de-Silanes, F., & Vishny, R. (2000). Investor protection and corporate governance. *Journal of Financial Economics*, 58(1-2), 3–27.
- Lanis, R., & Richardson, G. (2011). The effect of board of director composition on corporate tax aggressiveness. *Journal of Accounting and Public Policy*, 30(1), 50–70.
- Lozano, M. B., Martínez, B., & Pindado, J. (2016). Corporate governance, ownership and firm value: Drivers of ownership as a good corporate governance mechanism. *International Business Review*, 25(6), 1333–1343.
- Marques, R., & Guerreiro, S. (2016). Mecanismo de controlo para a frente orientado ao risco como garantia da conformidade da execução de processos de negócio. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 20 (12), 34–47. DOI: 10.17013/risti.20.34–47.
- McKay, D. R., Nitsch, R. & Peters, D. (2015). Corporate governance and business ethics. *Plast Surg (Oakv)*, 23(4), 271–272.
- Miglani, S., Ahmed, K., & Henry, D. (2015). Voluntary corporate governance structure and financial distress: evidence from Australia. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 11(1), 18–30.
- Mintzberg, H. (1990). The Design School: reconsidering the basic premises of strategic management. *Strategic Management Journal*, 11(3), 171–195.

- Mintzberg, H., Lampel, J., & Ahlstrand, B. (2005) *Strategy Safari. A guide tour through the wilds of strategic management*. New York: The Free Press.
- Mirabeau, L., Maguire, S., & Hardy, C. (2018). Bridging practice and process research to study transient manifestations of strategy. *Strategic Management*, 39(3), 582–605.
- Morck, R. K. (2005). *A history of corporate governance around the world*. Chicago: University of Chicago Press.
- Mosunova, N. (2014). The Content of Accountability in Corporate Governance. *Russian Law Journal*, 2(3), 116–129.
- Nazari, S., Fallah, M., Kazemipoor, H., & Salehipour, A. (2018) A fuzzy inference- fuzzy analytic hierarchy process-based clinical decision support system for diagnosis of heart diseases. *Expert Systems with Applications*, 95(1), 261–271. doi.org/10.1016/j.eswa.2017.11.001
- Ness, R., Miesing, P., & Kang, J. (2010). Board of director composition and financial performance in a Sarbanes-Oxley world. *Academy of Business and Economics Journal*, 10(5), 56–74.
- Pereira, C., & Ferreira, C. (2015). Identificação de Práticas e Recursos de Gestão do Valor das TI no COBIT 5. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 15(6), 17–33. doi.org/10.17013/risti.15.17-33.
- Porter, M. E. (2008). *On Competition. Updated and Expanded Ed*. Boston: Harvard Business School Publishing.
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytical Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. New York: Mc Graw-Hill.
- Shawtari, F., Salem, M., Hussain, H., Alaeddin, O., & Thabi, O. (2016). Corporate governance characteristics and valuation: Inferences from quantile regression. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, 21(41), 81–88. doi.org/10.1016/j.jefas.2016.06.004
- Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1986). Large Shareholders and corporate Control. *The Journal of Political Economy*, 94(3, Part1), 461–488. doi.org/10.1086/261385
- Solana-González, P., & Castro-Fuentes, M. (2018). Estrategias clave de comunicación digital en el modelo de organizaciones excelentes En: *Lo 2.0 y 3.0 como herramientas multidisciplinares*. Madrid: Tecnos - Grupo Anaya.
- Sprague, R. H., & Carlson, E. (1982). *Building Effective Decision Support Systems*. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Sprague, R. H., & Watson, H. J. (1989). *Decision Support Systems*. New Jersey: Prentice Hall.
- Tiwana, A., Konsynski, B., & Venkatraman, N. (2013). Special Issue: Information Technology and Organizational Governance: The IT Governance Cube. *Journal of Management Information Systems*, 30(3), 7–12.

- Turban, E., Sharda, R., Aronson, J., & King, D. (2008). *Business intelligence: a managerial approach*. New Jersey: Prentice Hall.
- Van Grembergen, W., & De Haes, S. (2017). Introduction to the Minitrack « IT Governance and its Mechanism. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 5162–5163.
- Villanueva-Villar, M., Rivo-López, E., & Lago-Peñas, S. (2016). On the relationship between corporate governance and value creation in an economic crisis: Empirical evidence for the Spanish case. *Business Research Quarterly*, 19(4), 233–245. doi. org/10.1016/j.brq.2016.06.002
- Weill, P., & Ross, J. (2005). *IT governance: how top performers manage IT decision rights*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Wright, P., Kroll, M., & Parnell, J. (1996). *Strategic management: concepts and cases*. (4th Ed). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Validação em Língua Portuguesa da Escala de Motivação de Realização

Thiago Bessa Pontes¹, Guilhermina Lobato Miranda²

thiago.bessa@ufca.edu.br, gmiranda@ic.ulisboa.pt

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

² Instituto de Educação, Universidade de Lisboa, Alameda da Universidade, 1649-013, Lisboa, Portugal

DOI: 10.17013/risti.27.109–125

Resumo: O objetivo deste trabalho foi validar uma Escala de Motivação de Realização, como primeira aplicação a estudantes portugueses e brasileiros, que aprendem programação informática em 3D. A escala original em língua inglesa foi traduzida para português de Portugal e Brasil, retrovertida para inglês, por falantes das três línguas, até chegar à versão aplicada à nossa amostra, composta por 204 estudantes, 102 brasileiros e 102 portugueses. Determinámos três índices: (i) A Sensibilidade dos itens, (ii) A Validade Fatorial recorrendo à Análise Fatorial Exploratória (AFE) com Rotação Varimax, (iii) e o Alfa de Cronbach. Os resultados podem ser considerados positivos. Os itens revelaram boa ou muito boa sensibilidade; a AFE sugere que a estrutura fatorial proposta pelo modelo teórico não se confirmou na nossa amostra; os Alfas de Cronbach podem ser considerados bons.

Palavras-chave: Análise Fatorial; Escala de Motivação de Realização; Programação Computacional; Python para CAD; Validação de uma Escala

Validation in Portuguese Language of the Achievement Motivation Inventory

Abstract: This research aims to validate the Achievement Motivation Inventory with a sample of Portuguese and Brazilian students who learn programming computer using 3D tools. The original Scale is in English was translated to Portugal and Brazilian Portuguese, and after retranslated to English, by three languages speakers. The final version was applied to our sample: 204 students, 102 Brazilians and 102 Portuguese. To the validation process, we determined three indexes: (i) the Sensibility of each item of the Scale, (ii) the Factorial Validity using Exploratory Factor Analysis (EFA) with Varimax Rotation, (iii) and the Cronbach Alpha. The results can be considered positive. The items presented a good or very good Sensibility; the EFA suggests that the factor structure proposed by the theoretical model was not confirmed in our sample; Cronbach's Alphas can be considered good.

Keywords: Achievement Motivation Inventory; Computer Programming; Factor Analysis; Inventory Validation; Python to CAD.

1. Introdução

A “programação de computadores” nos primeiros anos do ensino superior, para os alunos que escolheram a computação e cursos afins, é um desafio para os professores e levanta dificuldades de aprendizagem, assunto largamente analisado na literatura especializada (Dan, Cooper & Paush, 2000; Jenkins, 2002; Moons & Backer, 2013; Pea & Kurland, 1984; entre outros). Ensinar programação a alunos fora das áreas da computação e das tecnologias digitais é um desafio ainda maior, pois não é clara para estes a necessidade de aprender a programar, e faltam-lhes as bases matemáticas para concretizar uma programação de qualidade.

A literatura especializada no domínio da aprendizagem inicial da programação de computadores para os estudantes de informática, tem analisado as dificuldades que muitos encontram, entre elas: o raciocínio abstrato, as heurísticas de resolução de problemas, os erros de sintaxe e a algoritmia. Contudo, estudos como os de Caspersen e Kölling (2009) apontam que a maior dificuldade dos iniciantes está em combinar a utilização dos conceitos básicos de programação e o seu uso efetivo na codificação. Os alunos entendem os conceitos das estruturas das linguagens de programação, mas não sabem como utilizá-los no código.

As dificuldades que os estudantes encontram no seu percurso de aprendizagem podem influenciar a motivação e levar a que desejem abandonar os estudos neste domínio. Para Lemos (2015) a motivação deve ser valorizada nos contextos escolares pois produz uma melhor aprendizagem e tem influência no desempenho, na confiança em si próprio e produz uma maior satisfação na realização dos trabalhos.

A motivação aqui estudada é a Motivação de Realização baseada na Teoria de Atkinson. Para se alcançar o sucesso na realização de uma dada tarefa, o aluno deverá manifestar interesse e empenho, tendo em vista obter sucesso ou, pelo contrário, evitar o fracasso, que geralmente se expressa pela ansiedade e inibição, tendo consequências negativas no comportamento (Jesus, 2000).

A utilização de provas para avaliar construtos psicológicos, como é o caso da motivação de realização, pressupõe que os instrumentos que vamos usar devem ser tratados com rigor e cientificidade. Negligenciar as ações de validação dessas provas pode por em causa a credibilidade da investigação, pois esta depende do controlo das variáveis que podem ameaçar a validade interna e externa dos planos de investigação (cf. Almeida & Freire, 2017; Cohen, Manion & Morrison, 2006; Tuckman, 2014; entre outros), onde o uso de instrumentos credíveis é essencial.

A escala aqui estudada foi desenvolvida em língua inglesa por Muthee e Thomas, (2011), com base na teoria de Atkinson sobre a Motivação de Realização, e aplicada a uma amostra da população estudantil do ensino secundário de Nairóbi. Esta escala possui 32 itens, 18 estão redigidos de forma positiva e 14 de forma negativa. Os itens com formulação positiva e negativa estão dispostos aleatoriamente na escala.

Após a autorização dada pelos autores, foi feita a tradução e retroversão, mantendo o enunciado de cada questão o mais próximo possível da versão original (Runa & Miranda, 2015). A segunda etapa consistiu em testar esta primeira versão junto de 11 alunos, que foram entrevistados após a aplicação da escala. Realizou-se uma análise de conteúdo

no qual foram feitas melhorias no que diz respeito à tradução para a língua portuguesa (versão de português de Portugal e versão de português do Brasil). Na terceira etapa foi aplicada a escala a uma amostra portuguesa e brasileira ($n = 204$) utilizando três índices para assegurar a credibilidade do instrumento: a sensibilidade dos itens, a validade fatorial e a fiabilidade pelo alfa de *Cronbach*.

Com os resultados alcançados concluímos que o instrumento de medida é credível para mensurar a motivação de realização em amostras retiradas de populações que falam a língua portuguesa. Entende-se que um trabalho continuado de validação em diferentes amostras é necessário para confirmar estes resultados.

2. Fundamentação Teórica

Ao realizar a revisão de literatura verificámos que a motivação é considerada como um impulsionador da ação, que pode determinar comportamentos específicos (cf. Chiavenato, 1999, Lemos, 2015, entre outros). Os autores Taipa e Fita (2015) consideram que “a motivação é um conjunto de variáveis que ativam a conduta e a orientam em determinado sentido para poder alcançar um objetivo” (p. 77)

A motivação escolar é uma categoria da motivação e tem tanta importância como a motivação para realizar outras atividades. Para Lemos (2015) os alunos motivados são os que farão um percurso escolar mais longo, pois eles otimizam a aprendizagem e o desempenho e manifestam mais entusiasmo, curiosidade e interesse.

Existem dois tipos fundamentais de objetivos que determinam a motivação escolar: objetivos de aprendizagem e objetivos de realização ou desempenho (Elliot & Dweck, 2005). Os primeiros induzem os estudantes a serem persistentes, a atribuírem os seus sucessos e fracassos ao esforço e a causas controláveis, porque estão mais interessados em desenvolver as competências associadas à aprendizagem das diferentes tarefas do que ao reforço do ego. Pelo contrário, os estudantes que se motivam para atingir objetivos de realização têm tendência a procurar atividades em que possam obter juízos favoráveis sobre os seus desempenhos pois, caso contrário, podem ficar fragilizados enquanto indivíduos (Dweck & Leggett, 1988). Segundo Lieury e Fenouillet (1997) esta distinção entre objetivos de realização e de aprendizagem “é semelhante à distinção entre um envolvimento em relação ao ego (objectivo de desempenho) e um envolvimento em relação à tarefa (objectivo de aprendizagem), que é retomada por muitos autores (p. 81)”.

Ramos (2013) afirma que, no contexto académico do ensino superior, a motivação é decisiva para a qualidade da aprendizagem e do desempenho. Ela alega que os alunos que estão motivados apresentam um comportamento ativo no processo de aprendizagem, o que o possibilita melhor absorção do domínio do conteúdo estudado, mas claro, com o dispêndio de esforço e dedicação adequado.

Compreender como os fatores motivacionais podem influenciar a aprendizagem da programação junto de estudantes de arquitetura, cujas motivações académicas e profissionais se situam noutros domínios do conhecimento, pode ser desafiador pois, não sendo em princípio a programação um assunto que lhes interesse, terão que aprender para finalizar os seus estudos universitários e para responderem às demandas do mundo profissional.

Preparar profissionais para o futuro é o papel de qualquer professor, e o uso das tecnologias pode ser motivador para esse percurso. Desta forma, Beirão afirma que: “É neste campo que a formação do arquitecto se encontra muito aquém do que deveria ser a sua formação ideal. Argumento que a sua educação avançada em novas tecnologias, nas áreas de multimédia, computação e ferramentas digitais em geral, constituem uma mais-valia muito especial” (2017, Secção As valências da formação em arquitetura, par. 5)

Celani (2008) reforça esta ideia quando diz que: “a programação pode melhorar o raciocínio lógico e o pensamento conceitual no design. Minhas conclusões são tiradas sobre o desenvolvimento histórico do software CAD, sobre experiências pedagógicas com crianças e estudantes de arquitetura e, finalmente, sobre algumas aplicações recentes de programação em projetos arquitetônicos”. (p. 2)

Para a programação de projetos arquitetônicos, o uso dos conceitos de programação de computadores para a modelagem paramétrica, melhora e auxilia o arquitecto facilitando o seu trabalho, fazendo com que ele possa criar modelos complexos mudando algumas variáveis numéricas, em curto período e com alta eficiência, como relatam os estudos de Santos e Beirão (2017).

Fonseca, Pifarré e Redondo (2013) confirmam ao dizer: “centrados en el ámbito arquitectónico, las formas de expresión y comunicación tradicionales como el panel impreso o la maqueta física se están viendo complementadas e incluso sustituidas por el uso de todo tipo de herramientas TIC: desde las avanzadas simulaciones virtuales o la visualización mediante realidad aumentada de modelos superpuestos con la información tanto real como virtual, hasta los ya incluso clásicos montajes fotográficos en paneles compositivos, la visualización multi-formato de ficheros CAD (Computer Assisted Design) y más recientemente su evolución en los formatos BIM (Building Information Modeling)” (p. 2)

O problema que se nos colocou foi que instrumento usar para medir a motivação dos estudantes que participaram na investigação. Tendo em conta o que antes referimos sobre os objetivos que geram a motivação para as tarefas escolares, optámos por uma escala que mede a Motivação de Realização, fundamentada na teoria desenvolvida por Atkinson, McClelland, Clark e Lowell (1953), pois esta adequava-se ao ambiente de estudo que investigámos.

2.1. Motivação de Realização

Muthee e Thomas (2011) definem a motivação de realização como um conceito amplo. Uma variável de personalidade que tem sido usada para explicar as diferenças individuais em vários contextos, incluindo a escola, o desporto e o trabalho. Trata-se de um conceito multidimensional que necessita de clarificação e de definições operacionais que permitam desenvolver um instrumento de medição.

A Teoria da Motivação de Realização teve como precursor, segundo Covington (1998), o estudo de Ferdinand Hoppe, realizado nos anos 30, como “a chave para a questão de como, psicologicamente, os seres humanos definem sucesso e fracasso” (p. 27). Hoppe convidou estudantes universitários e pessoas do comércio local para participar do experimento, que consistia em lançar anéis em estacas móveis a diferentes distâncias. Ele descobriu que alguns sujeitos se sentiam satisfeitos depois de acertar em torno

de oito anéis, enquanto outros apresentaram frustração mesmo após terem feito doze lances assertivos. Hoppe concluiu que o nível de desempenho necessário para despertar sentimentos de sucesso, muda ao longo do tempo e de indivíduo para indivíduo (Covington, 1998).

O estudo de Hoppe levou Covington (1998) a concluir que há vários fatores de motivação como: Níveis de Aspiração, Autoconfiança, Expectativa, Desafios Realistas, Metas Autogeradas e Controlo do Progresso Próprio. (pp. 28-32).

Hoppe inspirou o artigo *The Achievement Motive (1953)* de Atkinson, Clark e Lowell e influenciou McClelland no seu programa de investigação sobre motivação na Universidade de Michigan.

Atkinson (1957) relata que “a motivação de realização é um modelo teórico destinado a explicar como o motivo para obter sucesso e o motivo para evitar o fracasso influenciam o comportamento numa situação em que o desempenho é avaliado em relação a algum padrão de excelência” (p. 371).

Na teoria de Atkinson temos a presença da atividade orientada para a realização, definida como uma atividade em que há no sujeito uma expectativa de que o seu desempenho será aferido a partir de um padrão que deseja alcançar a excelência. Desta forma o sujeito é desafiado a realizar ações que o conduzam ao sucesso esperado, porém há também ameaças de um possível fracasso. As atividades orientadas para a realização são influenciadas por duas intenções antagônicas que são: as intenções para alcançar o sucesso e as intenções para evitar o fracasso.

Os estudos de Atkinson e Feather (1969) referem que a teoria da motivação de realização se concentra principalmente na resolução do conflito entre estas duas intenções opostas que são inerentes a qualquer atividade orientada para a realização, mas também ressaltam que há fontes extrínsecas de motivação para realizar uma atividade que influenciam diretamente os resultados motivacionais (p. 338). Contudo, cada pessoa desenvolve, ao longo do seu percurso existencial, um padrão motivacional que pode ser mais orientado para obter o sucesso ou, pelo contrário, para evitar o fracasso. São dois padrões distintos que se repercutem no modo como cada um enfrenta as diferentes tarefas escolares e profissionais. Geralmente, os alunos motivados para obter sucesso são mais persistentes, mesmo quando encontram obstáculos para alcançar os objetivos propostos, resistem melhor à frustração e avaliam melhor as situações. Os estudantes com um padrão motivacional ‘para evitar o fracasso’, resistem pior à frustração decorrente dos obstáculos que encontram no processo de aprendizagem, são menos persistentes e tem tendência a escolher tarefas ou muito fáceis ou muito exigentes, pois avaliam pior as situações que lhe são propostas (cf. Deci & Ryan, 1985; Vallerand, 1993; citados por Lieury & Fenouillet, 1997).

2.2. Escala de Motivação de Realização

A Escala de Motivação validada neste estudo baseia-se na conceção de motivação de realização que acabámos de descrever. Conforme foi referido na Introdução foi desenvolvida por Muthee e Thomas (2011), para determinar os padrões motivacionais de estudantes do ensino secundário de escolas da cidade de Nairobi, tendo como objetivo o desenvolvimento de estratégias de intervenção eficazes para melhorar o desempenho dos alunos. Visou ainda sugerir mudanças nas políticas governamentais de educação, tendo

em vista promover padrões motivacionais nos estudantes mais adequados a melhorar os seus desempenhos. O estudo original analisou aspetos que podem influenciar o desempenho como: o ambiente familiar, o estatuto socioeconómico da família, o clima da sala de aula, as habilidades cognitivas e a motivação de realização.

A Escala de Motivação de Realização foi originalmente desenvolvida a partir das seguintes etapas:

a. Conceptualização:

Foi feita uma revisão da literatura teórica e empírica, dos testes disponíveis e consulta a psicólogos sobre motivação de realização; foram identificadas quatro dimensões:

- I – Motivação de Realização (*Motivation for Achievement*): caracterizada pela competitividade e orientação para alcançar objetivos.
- II – Recursos Internos (*Inner Resources*): caracterizada pelo estilo descontraindo, felicidade, paciência e autoconfiança.
- III – Forças Pessoais Internas (*Inter Personal Strengths*): caracterizada pela assertividade, diplomacia pessoal, extraversão e co-cooperatividade.
- IV – Hábitos de Trabalhos (*Work Habits*): caracterizada pelo planeamento e organização, iniciativas e espírito de equipa.

b. Geração e seleção dos itens:

Os itens foram desenvolvidos em forma de proposições, tendo o cuidado de incluir frases formuladas pela positiva e frases formuladas pela negativa. Para garantir a validade do conteúdo da escala, foi preparado um grande número de itens tendo como base as dimensões antes referidas, que resultou num número de 80 itens. Após uma análise minuciosa, foram retirados itens repetitivos, sobrepostos e ambíguos, resultando uma lista de 50 itens. Essa nova lista encurtada passou por uma nova filtragem, resultando numa terceira versão com 40 itens, sendo 24 formulados pela positiva e 16 itens pela negativa. Para a inclusão dos melhores itens foi realizado um teste *t-student* a partir do método de Likert (Edwards, 1957), de modo a selecionar os 25% superiores e inferiores da amostra. Os itens que produziram valores *t* estatisticamente significativos foram os primeiros 32 itens, variando entre 6,955 a 2,615, que produziram a escala final. Os demais oito foram retirados da escala. Entre os 32 itens retidos na escala final, 18 foram formulados pela positiva e 14 pela negativa. Os itens foram dispostos aleatoriamente na escala final. Os itens com formulação positiva são: 3, 4, 5, 6, 11, 13, 14, 16, 17, 20, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31; e com formulação negativa são: 1, 2, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 19, 21, 22, 25 e 27.

c. Pontuação:

As respostas aos itens foram registadas numa escala de cinco pontos de Likert, onde 5 representa que o respondente está “completamente de acordo” com a afirmação, 4 “quase sempre de acordo”, 3 “parcialmente de acordo”, 2 “quase sempre em desacordo” e 1 “completamente em desacordo”. Aquando da inserção dos itens na base de dados para realizar o tratamento estatístico de validação, nos itens formulados pela positiva mantivemos os valores da escala e nos itens

formulados pela negativa tivemos a necessidade de inverter os valores (Maroco, 2014). As pontuações mais altas indicam níveis mais elevados de motivação de realização, e as pontuações mais baixas níveis mais baixos.

d. Confiabilidade

Na escala original apenas foi determinado o alfa de Cronbach, tendo em vista garantir a confiabilidade da escala. Obteve um valor de 0.749, que pode ser considerada uma boa consistência interna (Maroco & Garcia-Marques, 2013).

3. Método

3.1. Participantes

Foi constituída uma amostra não probabilística de alunos utilizadores de ferramentas de desenho assistido por computador (CAD), de Portugal e Brasil. Em Portugal, na cidade de Lisboa, foram coletados 109 inquéritos em papel, em cinco turmas diferentes: a primeira, composta por 30 estudantes no Instituto Superior Técnico da Universidade Lisboa, nas aulas de Programação e Computação para Arquitetura; a segunda, terceira e quarta turmas, composta respetivamente por 18, 29 e 17 estudantes da disciplina de Modelação e Visualização Tridimensional da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FAUL); e a quinta turma composta por 15 estudantes da disciplina de Projeto Urbano Paramétrico também da FAUL. Dos 109 inquéritos coletados 7 continham inconsistências nas respostas e foram descartados, totalizando 102 inquéritos válidos coletados em Portugal.

No Brasil foram coletados 102 inquéritos em formato digital, junto de estudantes do Curso de Arquitetura da Faculdade Paraíso, da Universidade Federal do Ceará, da Universidade de Fortaleza, e da Faculdade de Juazeiro do Norte, com o total de 102 questionários. Por fim resultou numa amostra total de 204 ($n = 204$).

A amostra é composta por 52% estudantes do género feminino e 48% do masculino, com idades compreendidas maioritariamente entre os 20 e 30 anos (74%), solteiros em 95% e casados nos 5% restantes.

3.2. Procedimentos

Após selecionada a escala que nos pareceu mais adequada para atingir o objetivo do estudo, procedeu-se ao processo de validação para a nossa amostra. O primeiro passo foi traduzir da língua inglesa para a língua portuguesa (versão português de Portugal e português do Brasil) e retroverter para inglês, tentando manter a maior fidedignidade ao sentido original dos itens (Moreira, 2004).

Depois, o questionário foi aplicado a uma amostra de 11 alunos e foram feitas entrevistas registradas em áudio. Realizou-se uma análise de conteúdo, na qual foram detetadas sete sugestões de melhorias, tendo sido aceites duas, que deram origem a pequenos ajustes no texto para expressões em português de Portugal e em português do Brasil.

A versão final da escala em língua portuguesa foi aplicada à nossa amostra ($n=204$), sendo que a versão portuguesa foi aplicada à amostra de estudantes portugueses e a versão brasileira à amostra de estudantes brasileira ($n=102$).

Usámos o SPSS (versão 24) para tratamento e análise dos dados.

4. Resultados

4.1. Sensibilidade dos Itens, Validade Fatorial e Consistência Interna

4.1.1. Sensibilidade

A análise da sensibilidade dos itens permite verificar se a escala é sensível às respostas diferenciadas dos sujeitos que são estruturalmente diferentes no constructo que se está a medir. Dito de outro modo, verifica se os itens da escala permitem discriminar os sujeitos com padrões motivacionais diferentes. É realizada recorrendo a dois indicadores: a assimetria (*skewness*) e o achatamento (*kurtosis*) que, segundo Maroco (2014), tem valores aceitáveis quando variam entre -3 e +3 para o *skewness* e -7 e +7 para o *kurtosis*. De acordo com nossa análise, os 32 itens que compõem a escala têm valores de assimetria e de achatamento aceitáveis, conforme se pode observar na tabela 1. Por isso, nesta primeira fase de análise resolvemos não eliminar nenhum item.

Variável	Skewness	Kurtosis
V1. <i>Sinto que sou uma pessoa preguiçosa</i>	-0.207	-0.682
V2. <i>Muitas vezes passam-se dias sem eu ter feito nada.</i>	-0.486	-0.968
V3. <i>Gosto de ler a biografia de grandes pessoas, a fim de aprender como elas superaram obstáculos e alcançaram grandes coisas na vida.</i>	0.182	-0.781
V4. <i>Planeio com antecedência quais os assuntos a estudar durante o meu tempo livre.</i>	-0.316	-0.627
V5. <i>Quando fico a saber que alguém que gosta de mim conseguiu alcançar algo grandioso, fico motivado para fazer a mesma coisa de uma maneira melhor.</i>	-0.932	0.412
V6. <i>A maioria das pessoas que me conhecem dizem que eu sou trabalhador e ambicioso.</i>	-0.23	-0.733
V7. <i>Vou adiando o que eu deveria estudar no dia-a-dia.</i>	0.027	-1.008
V8. <i>Levo muito tempo para começar a estudar.</i>	-0.033	-1.072
V9. <i>Na maioria dos dias prefiro descontraír e relaxar em vez de me preparar para o próximo dia de trabalho na Faculdade.</i>	-0.006	-0.878
V10. <i>Às vezes esqueço-me de fazer os trabalhos de casa.</i>	-0.423	-0.903
V11. <i>Nunca deixo uma tarefa inacabada, pois termino tudo o que começo.</i>	-0.193	-0.87
V12. <i>Gosto de trabalhar com pessoas que tenham resultados do meu nível ou inferior, mais do que com aquelas que são mais inteligentes e trabalhadoras do que eu.</i>	-1.09	0.279
V13. <i>Não gosto de falhar nos exames devido a não me ter preparado.</i>	-1.192	0.591
V14. <i>Trabalho sempre muito para estar entre os melhores alunos da minha Faculdade.</i>	-0.017	-0.665
V15. <i>Sinto que vivo a vida como ela é, sem a planear.</i>	-0.097	-1.005
V16. <i>Tenho como objetivo alcançar o mais alto nível na Educação.</i>	-0.681	-0.041

Variável	Skewness	Kurtosis
<i>V17. Quando crescer, quero fazer algo que os outros não fizeram.</i>	-0.842	0.138
<i>V18. Sou basicamente uma pessoa competitiva e compito apenas por uma questão de competir.</i>	-0.178	-0.723
<i>V19. Acredito que o sucesso na vida tem menos a ver com o trabalhar no duro, e mais a ver com a sorte e com estar no lugar certo na hora certa.</i>	-0.348	-0.827
<i>V20. Gosto de ler todos os tipos de livros, incluindo aqueles que não fazem parte dos programas académicos.</i>	0.017	-1.126
<i>V21. Ficarei satisfeito com um desempenho acima da média, mesmo que não seja o meu melhor.</i>	0.452	-0.458
<i>V22. Prefiro usar o meu tempo para fazer qualquer outra coisa, ao contrário de tentar aperfeiçoar algo que já tenha concluído.</i>	-0.14	-0.84
<i>V23. Gosto de passar a maior parte do meu tempo sozinho, concentrado no meu trabalho académico.</i>	0.287	-0.477
<i>V24. Tento sempre destacar-me do resto da minha turma, de uma forma ou de outra.</i>	0.097	-0.641
<i>V25. Só levo a cabo os meus planos se estiver certo de que outras pessoas os vão aprovar.</i>	-0.36	-0.532
<i>V26. Fico inquieto e irritado quando sinto que estou perdendo tempo.</i>	-1.181	0.95
<i>V27. Não é uma boa ideia ter sempre melhores resultados do que os outros, porque isso pode fazê-los sentirem-se mal consigo próprios.</i>	-0.831	-0.346
<i>V28. Gosto de ser o melhor aluno da minha turma.</i>	-0.142	-0.547
<i>V29. Gosto de terminar as minhas tarefas académicas, mesmo quando são difíceis e consomem muito tempo.</i>	-1.21	1.073
<i>V30. Gosto de fazer amizade com o aluno mais inteligente da minha turma, de modo a manter os meus padrões de desempenho.</i>	0.007	-0.942
<i>V31. Gosto quando as pessoas dizem na frente dos outros que estou indo bem na Faculdade.</i>	-0.468	-0.607
<i>V32. Gostaria de lidar com situações difíceis, de modo que a culpa ou o louvor pelos resultados obtidos, fossem apenas a mim dirigidos.</i>	-0.133	-0.951

Tabela 1 – Índice de sensibilidade da escala de motivação de realização: Assimetria (*skewness*) e Achatamento (*kurtosis*)

4.1.2. Análise Fatorial

O indicador mais importante, quando se pretende determinar a credibilidade científica de um instrumento de medida que avalia um constructo psicológico, é a validade. Há vários tipos de validade (Anastasi & Urbina, 1997; Moreira, 2004), onde destacamos a validade de conteúdo e a validade de constructo. A validade de conteúdo foi determinada pelo estudo original, e a de constructo deve ser sempre verificada em cada novo estudo que se realiza com amostras diferentes, para verificar se o instrumento se comporta de maneira idêntica. No estudo original, os autores (Muthee & Thomas, 2011) não realizaram ou, pelo menos, não divulgaram a análise fatorial. No entanto, pareceu-nos essencial determinar este índice de validade do constructo que se está a medir para verificar se, na amostra a que se aplica a escala, as respostas se organizam de acordo com o constructo teórico proposto. A teoria prevê,

como antes referimos, que o Constructo de Motivação de Realização que é avaliado por esta Escala é multidimensional, i.e., é composto por mais do que uma dimensão, neste caso por quatro dimensões: (i) Motivação de Realização, (ii) Recursos Internos; (iii) Forças Pessoais Internas; (iv) e Hábitos de Trabalho. No estudo original os autores não discriminam os itens que fazem parte de cada dimensão. Por isso, resolvemos fazer uma análise ao conteúdo de cada item e integrar os diferentes itens em cada uma das quatro dimensões. O resultado desta análise pode ser observado na Tabela 2, que cumpre com o critério assinalado por Maroco (2014), que refere que cada dimensão deve incluir no mínimo 3 itens.

Dimensão 1	Dimensão 2	Dimensão 3	Dimensão 4
V3, V13, V14, V16, V17, V18, V24, V26, V28	V1, V2, V7, V8, V9, V10, V15, V21, V22	V12, V19, V25, V27, V30, V31, V32	V4, V5, V6, V11, V20, V23, V29

Tabela 2 – Relação dos itens por dimensão

Seguidamente realizámos uma Análise Fatorial Exploratória (AFE), com Rotação Varimax (Kaiser, 1958) com os 32 itens da escala, para verificar as communalidades dos itens e se se organizavam nos quatro fatores/dimensões de acordo com a teoria.

A AFE deve obedecer a determinados pressupostos, quer dizer, só é aconselhável avançar com esta análise se o valor de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin Measure) for igual ou superiores a .70 e se o valor do Teste de Esfericidade de Bartlett (Bartlett's Test of Sphericity) for igual ou inferior a .001. No nosso caso estes valores foram cumpridos, conforme se pode ler na Tabela 3.

KMO and Bartlett's Rest		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	.767	
	Approx. Chi-Square	1877.637
Bartlett's Test of Sphericity	df	496
	Sig.	.000

Tabela 3 – Teste de KMO e Bartlett's com 32 itens

Os resultados desta primeira AFE mostraram o contributo de cada item para a variância total explicada; os 10 fatores que emergiram da análise representavam 63% da variância total da escala. Resolvemos não aceitar esta primeira análise pois havia uma grande dispersão dos 32 itens por 10 fatores, longe da proposta teórica original. Resolvemos forçar esta análise a n fatores até aos 4 propostos pela teoria, mas com uma variância total explicada de apenas de 40%, o que não nos pareceu aceitável (cf. Moreira, 2004). Por isso tentamos novas abordagens tendo chegado a uma escala com 21 itens dos 32 iniciais, que se organizaram em 5 fatores, que explicam quase 56% da variância total (55,688%), o que já nos pareceu aceitável para uma primeira AFE, conforme se pode observar na tabela 4 (pressupostos da AFE) e na tabela 5 (AFE com Rotação Varimax aos 21 itens). Esta escala de 21 itens foi obtida eliminando os que saturavam em dois fatores ao mesmo tempo e com valores em ambos os casos próximos dos 50%, e que já nos tinham suscitado dúvidas na sua inclusão num ou outro fator aquando da análise qualitativa (cf. Tabela 2).

KMO and Bartlett's Rest		
<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i> .802		
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	Approx. Chi-Square	1243.441
	df	210
	Sig.	.000

Tabela 4 – Teste de KMO e Bartlett's com 21 itens

item	1	2	3	4	5
V1	0.781				
V2	0.800				
V3				0.580	
V4				0.610	
V5					0.799
V6	0.698				
V7	0.844				
V8	0.801				
V9	0.600				
V10					0.560
V11		0.628			
V12		0.787			
V13		-0.603			
V14	0.494				
V15		0.622			
V16			-0.658		
V17			0.69		
V18			0.628		
V19			0.526		
V20					0.451
V21				0.739	
%Variância explicada	20.063	16.893	7.713	5.943	5.076

Tabela 5 – Análise fatorial com rotação *varimax*.

Após a eliminação de 11 itens decorrente das várias análises fatoriais realizadas, comparámos a inclusão dos 21 itens feita segundo a análise de conteúdo qualitativa reportada na tabela

2 e a análise fatorial a 5 fatores que resolvemos reter. Existe uma coincidência quase item a item entre estes dois métodos de análise conforme se pode observar na tabela 6, exceto para os itens 6, 11 e 28 que se organizaram num novo fator a que resolvemos chamar de “Motivação centrada no Ego” para a distinguir das outras 4 dimensões.

Dimensões originais	Itens originais	Itens excluídos	Itens retidos
1. <i>Motivação de Realização</i>	V3, V13, V14, V16, V17, V18, V24, V26, V28	V3, V13, V14, V26	V16, V17, V18, V24
2. <i>Recursos Internos</i>	V1, V2, V7, V8, V9, V10, V15, V21, V22	V15, V21	V1, V2, V7, V8, V9, V10, V22
3. <i>Forças pessoais</i>	V12, V19, V25, V27, V30, V31, V32	V12, V19, V27	V25, V30, V31, V32
4. <i>Hábitos de trabalho</i>	V4, V6, V11, V20, V23, V29, V5	V20, V23	V4, V5, V29
5. <i>Motivação centrada no Ego</i>			V6, V11, V28
	32 itens originais	11 excluídos	21 retidos

Tabela 6 – Relação dos itens entre Análise de Conteúdo e AFE

Após a AFE passámos a determinar a fiabilidade de cada um dos 5 fatores que emergiram e da escala na sua globalidade.

4.2.Fiabilidade

“A fiabilidade de uma medida refere a capacidade desta ser consistente. Se um instrumento de medida dá sempre os mesmos resultados (dados) quando aplicado a alvos estruturalmente iguais, podemos confiar no significado da medida e dizer que a medida é fiável.” (Maroco & Garcia-Marques, p. 66)

A medida escolhida foi a da consistência interna determinada por meio do Alpha de Cronbach que, para Maroco e Garcia-Marques (2013), é definida como “uma medida estável de fiabilidade pois não está sujeita à variabilidade resultante da forma como o instrumento ou teste é dividido para calcular a fiabilidade split-half.” (p. 73).

Como a escala é multidimensional determinámos o valor de Alpha para cada um dos 5 fatores, conforme tabela 7 e para o conjunto dos 21 itens, conforme tabela 8.

O Coeficiente Alpha de Cronbach total foi de.723, que pode ser considerado como aceitável. Verificámos ainda que não havia qualquer vantagem em eliminar itens pois nenhum fazia subir o valor do alfa.

	Dimensão 1 <i>Motivação realização</i>	Dimensão 2 <i>Recursos internos</i>	Dimensão 3 <i>Forças Pessoais internas</i>	Dimensão 4 <i>Hábitos de trabalho</i>	Dimensão 5 <i>Motivação centrada no Ego</i>
Itens	V1, V2, V7, V8, V9, V10, V22	V16, V17, V18, V24	V25, V30, V31, V32	V4, V5, V29	V6, V11, V28
Alpha	0.856	-0.022	0.121	0.611	0.256

Tabela 7 – Definição do Alpha para cada fator (5)

Reliability Statistics	
<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of items</i>
0.723	21

Tabela 8 – Resultados obtidos do Coeficiente de Fiabilidade pelo Alpha de Cronbach

Após a Análise da fiabilidade de cada fator e tendo obtido resultados inaceitáveis para os fatores 2, 3 e 5, resolvemos refazer a AFE com os itens que integravam os fatores 1 e 4, referentes à Motivação de Realização e às Hábitos de Trabalho. Apresentamos de seguida os resultados desta análise a 2 fatores com os 10 itens retidos, seguidos do Alpha por dimensão e total.

KMO and Bartlett's Rest		
<i>Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.</i>	.857	
	Approx. Chi-Square	655.166
<i>Bartlett's Test of Sphericity</i>	df	45
	Sig.	.000

Tabela 9 – Teste de KMO e Bartlett's com 10 itens

item	1	2
1 (V1)	0.774	
2 (V2)	0.799	
3 (V4)		0.648
4 (V5)		0.800
5 (V7)	0.699	
6 (V8)	0.850	
7 (V9)	0.791	
8 (V10)	0.649	
9 (V22)	0.518	
10 (V28)		0.721
%Variância explicada	39.678	15.548

Tabela 10 – Análise fatorial com rotação *varimax* com 2 dimensões.

Reliability Statistics		
<i>Dimensão</i>	<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of items</i>
<i>Dimensão 1 (Motivação de Realização)</i>	0.856	7
<i>Dimensão 2 (Hábitos de Trabalho)</i>	0.611	3

Tabela 11 – Resultados do Coeficiente de Fiabilidade pelo Alpha de Cronbach por Dimensão

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of items
0.825	10

Tabela 12 – Resultados do Coeficiente de Fiabilidade pelo Alpha de Cronbach (10 itens)

É esta a escala final que, para a nossa amostra, melhor representa a avaliação ou medida do constructo de Motivação de Realização (ver *Apêndice A*). Contudo, tratando-se de uma primeira análise fatorial do constructo será necessário realizar novas análises junto de outras amostras, usando a escala original com os 32 itens, para verificar como este instrumento se comporta.

5. Conclusões

Neste estudo foi apresentado o procedimento de validação de uma Escala para medir a Motivação de Realização de estudantes de cursos de Arquitetura para aprenderem a programação informática, que faz parte dos currículos da formação inicial dos arquitetos portugueses e brasileiros.

Os resultados apontam que a Escala escolhida, traduzida e validada para uma amostra de 204 estudantes portugueses e brasileiros, apresenta bons índices de sensibilidade dos itens, uma estrutura fatorial consistente com a teoria da motivação de realização, embora as quatro dimensões sugeridas pelos autores da escala não se tenham confirmado no nosso estudo, tendo sido retidas apenas duas dimensões que explicam cerca de 51% da variância total; uma dimensão relacionada diretamente com a Motivação de Realização (Fator ou Dimensão 1) e a outra com as Hábitos de Trabalho (Fator ou Dimensão 4). A consistência interna de cada fator e da escala no seu conjunto podem ser consideradas boas.

Deste modo podemos usar com segurança esta nova escala para medir a motivação de realização de estudantes de arquitetura portugueses e brasileiros que se estão a aprender a programação informática. No entanto, como em qualquer estudo de validação de um instrumento de medida, este precisa de ser validado em novas amostras de estudantes do ensino profissional e do ensino superior que tenham como língua oficial da escolarização o português, e que se estejam a iniciar na aprendizagem da atividade de programação. Seria também importante desenvolver estudos de validação com esta escala, traduzida e primeiramente validada para a amostra deste estudo, com estudantes cuja primeira opção é a aprendizagem da informática e com estudantes que frequentam outros cursos, mas onde existe uma disciplina obrigatória de programação. Estes estudos permitiriam dar maior credibilidade a este primeiro estudo de validação e garantir um maior poder de generalização dos resultados.

Referências

Almeida, L., & Freire, T. (2017). *Metodologia de investigação em Psicologia e Educação* (5.^a Ed. Revista). Braga: Psiquilíbrios.

Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Psychological testing* (7th ed.). New Jersey: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.

- Atkinson, J. W. (1957). Motivational determinants of risk-taking behavior. *Psychological Review*, 64(6), 359–372.
- Atkinson, J. W., & Feather, N. T. (1969). A theory of achievement motivation. *Australian Journal of Psychology*, 21(3), 335–349.
- Beirão, J. N. (2017). Sobre o ensino da Arquitectura e o futuro profissional do Arquitecto. O papel da Arquitectura nas sociedades criativas. Obtido em 20 de 04 de 2017, *Jornal Arquitectos*: <http://www.jornalarquitectos.pt/pt/forum/cronicas/sobre-o-ensino-da-arquitetura-e-o-futuro-profissional-do-arquiteto>
- Caspersen, M. E., & Kölling, M. (2009). STREAM: A first programming. *Journal ACM Transactions on Computing Education*, 9(1), 1–29.
- Celani, G. (2008). Teaching CAD programing to architecture students. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 3(2), 1–23. <https://doi.org/10.4237/gtp.v3i2.73>
- Chiavenato, I. (1999). *Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações*. Rio de Janeiro: Campus.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2006). *Research methods in education* (5th ed.). London: RoutledgeFalmer.
- Covington, M. V. (1998). *The will to learn: A guide for motivating young people*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dan, W., Cooper, S., & Paush, R. (2000). Making the connection: programming with animating small world. In *Proceedings of the Fifth Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 41-44). New York: ACM. <http://doi.org/10.1145/343048.343070>
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A social-cognitive approach to motivation and personality. *Psychological Review*, 95(2), 256–273. <http://dx.doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Edwards, A. L. (1957). *Techniques of attitude scale construction*. New York, USA: Appleton-Century-Crofts.
- Elliot, A. J., & Dweck, C. S. (2005). *Handbook of competence and motivation* (Vol. 4). New York: The Guilford Press.
- Fonseca, D., Pifarré, M., & Redondo, E. (2013). Relación entre calidad percibida y afinidad emocional de imágenes arquitectónicas en función del dispositivo de visualización: Recomendaciones para su uso docente. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas E Tecnologias de Informação*, (11), 1–15. <https://doi.org/10.4304/risti.11.01-15>.
- Jenkins, T. (2002). On the difficulty of learning to program. *Proceedings of the Thirty Annual Conference of the LTSN Centre for Information and Computer Sciences* (pp. 53-58). United Kingdom: Laugh Brought University.
- Jesus, S. N. (2000). *Motivação e formação de professores*. Coimbra, Portugal: Quarteto.
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187–200.

- Lemos, M. S. (2015). Motivação e aprendizagem. In G. L. Miranda & S. Bahia. (2015). *Psicologia da Educação: temas de desenvolvimento, aprendizagem e ensino* (3a. ed.) (pp. 193-231). Lisboa, Portugal: Relógio D'Água Editores.
- Lieury, A., & Fenouillet, F. (1997). *Motivação e sucesso escolar*. (A. Patrão, Trad.). Lisboa: Editorial Presença (Obra original publicada em 1996).
- Maroco, J. (2014). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (6.ª ed.). Pêro Pinheiro, Portugal: Gráfica Manuel Barbosa & Filho.
- Maroco, J., & Garcia-Marques, T. (2013). Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?. *Laboratório de Psicologia*, 4(1), 65–90.
- McClelland, D. C., Atkinson, J. W., Clark, R. A., & Lowell, E. L. (1953). *The achievement motive*. East Norwalk, Conn: Appleton-Century-Crofts.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.08.009>
- Moreira, J. M. (2004). *Questionários: Teoria e prática*. Lisboa: Almedina.
- Muthee, J. M., & Thomas, I. (2011). Predictors of academic performance and motivation among Kenyan adolescents: a study among standard VIII pupils of Nairobi province. Department of Psychology. Retrieved from <http://content.ebscohost.com.ezproxy.mtsu.edu/ContentServer?T=P&P=AN&K=507984450&S=R&D=eft&EbscoContent=dGJyMNHX8kSeqa44v+vIOLCmroyeqLFSr6m4S6+WxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGqtE+wq5OuePfgeyx43zx>
- Pea, R. D., & Kurland, D. M. (1984). *On the cognitive prerequisites of learning computer programming (Technical Report No 18)*. New York: Bank Street College of Education, Center for Children and Technology. [https://doi.org/10.1016/0732-118X\(84\)90018-7](https://doi.org/10.1016/0732-118X(84)90018-7)
- Ramos, S. I. (2013). Motivação académica dos alunos do ensino superior. Obtido em 20 de 04 de 2017, de *Psicologia.pt - O portal dos psicólogos*: <http://www.psicologia.pt/artigos/textos/A0677.pdf>.
- Runa, A. I. do N. F., & Miranda, G. L. (2015). Validação Portuguesa das escalas de bem-estar e mal-estar emocional. *RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2015(16), 129–144. <https://doi.org/10.17013/risti.16.129-144>
- Santos, D. M., & Beirão, J. N. (2017). Generative tool to support architectural design decision of earthbag building domes. *SIGraDi 2017 - XXI Congreso de La Sociedad Ibero-Americana de Gráfica Digital*, November (pp. 538–543). <https://doi.org/10.5151/sigradi2017-083>
- Taipa, J. A., & Fita, E. C. (2015). *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz?*. São Paulo: Loyola.
- Tuckman, B. W. (2012). *Manual de investigação em educação* (4.ª ed.). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.

Apêndice A: Escala de Motivação de Realização

No.	CA	QSA	PA	QSD	CD
1.	Sinto que sou uma pessoa preguiçosa				
2.	Muitas vezes passam-se dias sem eu ter feito nada.				
3.	Planeio com antecedência quais os assuntos que vou estudar durante o meu tempo livre.				
4.	Quando sei que alguém que gosta de mim conseguiu alcançar algo grandioso, fico motivado para fazer a mesma coisa de uma maneira melhor.				
5.	Vou adiando o que eu deveria estudar no dia-a-dia.				
6.	Levo muito tempo para começar a estudar.				
7.	Na maioria dos dias prefiro descontraír e relaxar em vez de me preparar para o próximo dia de estudo na Faculdade.				
8.	Às vezes esqueço-me de fazer as tarefas de casa.				
9.	Prefiro usar o meu tempo para fazer qualquer outra coisa, ao contrário de tentar aperfeiçoar algo que já tenha concluído.				
10.	Gosto de terminar as minhas tarefas académicas, mesmo quando são difíceis e consomem muito tempo.				

Método para el aseguramiento de ingresos basado en análisis de riesgos y computación con palabras

Gilberto F. Castro Aguilar^{1, 2} [0000-0001-9050-8550], Anié Bermudez Peña³ [0000-0002-1387-7472], Francisco G. Palacios Ortiz², Fausto R. Orozco Lara², Diana J. Espinoza Villón², Diana M. López Álvarez⁴ [0000-0003-2457-7683]

gilberto.castro@cu.ucsg.edu.ec, gilberto.castroa@ug.edu.ec, abp@uci.cu, francisco.palacios@ug.edu.ec, fausto.oroacol@ug.edu.ec, diana.espinozavi@ug.edu.ec, dlopez@ecotec.edu.ec

¹ Facultad de Ingeniería, Universidad Católica Santiago de Guayaquil, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas, Universidad de Guayaquil, Ecuador.

³ Departamento de Gestión de Proyectos, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana, Cuba.

⁴ Facultad de Ingeniería en Sistemas Computacionales y Telecomunicaciones, Universidad ECOTEC, Guayaquil, Ecuador.

DOI: 10.17013/risti.27.126–140

Resumen: El incremento de la competitividad en los mercados globales ha provocado la necesidad de perfeccionamientos en las organizaciones orientadas a proyectos, dirigidas a mejorar su salud financiera. El aseguramiento de ingresos combina técnicas de estadística, gestión de riesgos, alcance, tiempo, *soft computing* y minería de datos anómalos, orientado a la reducción de costos y la maximización de ingresos en las organizaciones. Este trabajo presenta un método para el aseguramiento de ingresos basado en técnicas de análisis de riesgos y computación con palabras. Con ello se persigue mejorar los procesos de detección y prevención de situaciones que afectan los ingresos en las organizaciones orientadas a proyectos. Se desarrolla la gestión de riesgos con un enfoque proactivo para la planificación y la evaluación cualitativa de riesgos. Se realiza un análisis final que muestra las ventajas de la propuesta con respecto a los resultados obtenidos con la técnica tradicional del PMBOK.

Palabras-clave: Análisis de riesgos; aseguramiento de ingresos; computación con palabras; organizaciones orientadas a proyectos; toma de decisiones.

Revenue Assurance Method using Risk Analysis and Computing with Words

Abstract: The increase in competitiveness in global markets has led to the need for improvements in project-oriented organizations aimed at stimulating financial health. Revenue assurance combines statistical techniques, risk management, scope, time, soft computing, and anomalous data mining, with goals of reducing costs and maximizing revenue in the organizations. This paper presents a method

for revenue assurance based on risk analysis techniques and word computation. Furthermore, this aims at improving the detection and prevention processes of situations that affect revenue in project-oriented organizations. Risk management is developed with a proactive approach for planning and qualitative risk assessment. A final analysis is carried out that shows the great advantages of the proposal with respect to the results obtained with the traditional PMBOK technique.

Keywords: Computing with words; decision-making; project management organizations; revenue assurance; risk analysis.

1. Introducción

Los problemas de dirección han estado siempre presentes en el desarrollo de la sociedad. Una de las formas de organización que ha ganado fuerza por su aplicabilidad en diferentes escenarios, es la Dirección Integrada de Proyectos, que ha dado lugar a que crezca la cantidad de organizaciones orientadas a proyectos (Delgado, 2011). Dichas organizaciones son aquellas que desarrollan nuevos productos o servicios, estableciendo sus recursos en forma de proyectos con fechas de inicio y fin bien determinadas (PMI, 2017).

En este tipo de organizaciones, a pesar de los esfuerzos por mejorar la eficiencia y la eficacia en la gestión, persisten numerosas dificultades y situaciones que generan pérdidas de ingresos. Un estudio realizado por *The Standish Group International Incorporated*, arrojó como resultado que históricamente las cifras de proyectos satisfactorios, renegociados y cancelados, se ha movido por alrededor del 29%, 52% y 19% respectivamente (SGI, 2014; SGI, 2015). Un elemento importante que debe ser analizado más allá de la cantidad de proyectos renegociados o fracasados, es el impacto económico y social de los mismos.

En las organizaciones orientadas a proyectos se planifican múltiples proyectos simultáneamente. Durante el desarrollo de los planes se introducen defectos que pueden afectar significativamente los costos previstos para la ejecución del proyecto, provocados por errores humanos o enmascarando procesos de corrupción y fraude. Existe un conjunto de errores en la gestión de proyectos que tiene un alto impacto en el éxito de los mismos y por ende en el aseguramiento de ingresos en las organizaciones orientadas a proyectos (Phillips, 2013; Leach, 2014; Schwalbe, 2015; Verzhuh, 2015). Entre los problemas más comunes se señalan:

- Errores en la definición del alcance del proyecto, que generalmente provoca malas estimaciones en los costos, afectando los ingresos y las utilidades.
- Errores en la planificación, control y seguimiento de los proyectos, respecto al cubrimiento parcial de los requisitos definidos en el alcance o debido a que el plan no es comprendido por los miembros de la organización.
- Poca atención a los riesgos del proyecto, que con frecuencia provoca un sobregiro en los costos del proyecto, afectando los ingresos y las utilidades.
- Deficiente gestión de cambios que provoca aumentos o modificaciones significativas en el alcance del proyecto, afectando los ingresos y las utilidades.
- Empleo de la tecnología equivocada, en el caso de los proyectos de tecnologías de la información, se refleja en malas decisiones arquitectónicas que generan atrasos, generan el re-trabajo y afectan las utilidades de las organizaciones.

Como estrategia para ayudar a resolver algunos de estos problemas, el presente trabajo propone apoyar el aseguramiento de ingresos aplicando análisis de riesgos y computación con palabras en organizaciones orientadas a proyectos.

2. Marco teórico

2.1. Aseguramiento de ingresos

El aseguramiento de ingresos como área de conocimiento surge desde finales de la década de 1970, en el sector de las telecomunicaciones, como disciplina orientada a la protección y recuperación de los recursos financieros de las organizaciones. En este contexto se han establecido definiciones para describir el objeto de estudio de esta disciplina. Entre ellas se destaca Khan quien plantea que *“el aseguramiento de ingresos es el conjunto de actividades que son aplicadas para asegurar que los procesos del negocio, la estructura organizacional, los controles y los sistemas de información, relacionadas con el ciclo de ingresos de las organizaciones, trabajen juntos con efectividad”* (Khan, 2014).

Con el desarrollo de la disciplina de aseguramiento de ingresos surgen y se fortalecen espacios para la formación de especialistas y la creación de estándares: TM Forum (TMForum, 2015) y la Asociación Global de Profesionales de Aseguramiento de Ingresos GRAPA (Mattison, 2005).

GRAPA es fundada con el objetivo de definir, estandarizar y profesionalizar el trabajo de aseguramiento de ingresos; además de ofrecer ayuda y proveer soporte en todo el mundo a los profesionales de esta área de conocimiento (GRAPA, 2017). Plantea que entre las principales causas que provocan pérdida de ingresos en las telecomunicaciones se encuentran la formación del personal, la integración de los procesos en la organización y la adopción de estándares. Esta situación es similar en las organizaciones orientadas a proyectos, pero con la diferencia que los costos, presupuestos y planificación ganan en relevancia. Según GRAPA, entre las técnicas más empleadas en el aseguramiento de ingresos se encuentran los análisis de: riesgos, intercambio, procesos, sistemas y estadístico.

TM Forum promueve un modelo de evaluación de la madurez de las organizaciones en la implantación de los procesos de aseguramiento de ingresos. Dicho modelo de madurez tiene cinco niveles: inicial, repetible, definido, manejado y optimizado. Plantea que entre los principales factores que influyen en la madurez de los procesos de aseguramiento de ingresos, se encuentran el nivel de experiencia de los equipos de aseguramiento y las tecnologías, ambos con un 23 % de relevancia. TM Forum ubica en el mismo nivel las actividades de recuperación de ingresos y las acciones para el monitoreo y el control de los riesgos del aseguramiento (TMForum, 2015).

Uno de los planteamientos tradicionales para definir una buena gestión de la organización es conseguir alinear las tecnologías de la información (TI) con el negocio. Para ello es necesario definir una robusta y clara estructura de gobierno corporativo basado en las TI como parte indivisible. En (Prieto, 2015) se propone un marco de mejora continua de gobierno TI para las entidades financieras.

Después de un estudio realizado, se verificó que las técnicas para el aseguramiento de ingresos a nivel mundial aún son insuficientes tanto para las empresas de

telecomunicaciones donde surgen, como para las organizaciones orientadas a proyectos. Entre las principales deficiencias de esta disciplina se señalan (Mattison, 2005; Acosta, 2008; Khan, 2014; TMForum, 2015; GRAPA, 2017):

- Dependen de recursos humanos para su aplicación, que éstos a su vez, también están sujetos a posibles errores de operación y no se maneja la certidumbre de las decisiones, ni la detección de situaciones anómalas.
- En las organizaciones orientadas a proyectos, se presentan fenómenos como la heterogeneidad en los datos, la imprecisión y la incertidumbre; que las técnicas tradicionales de aseguramiento de ingresos no gestionan adecuadamente.
- Con frecuencia las soluciones planteadas se basan solamente en enfoques reactivos y no usan adecuadamente estrategias activas o proactivas del aseguramiento de ingresos.
- Muchas de las soluciones para el aseguramiento de ingresos se basan en los sistemas de reglas de producción. Este tipo de sistema basado en el conocimiento presenta dificultades para tratar con el dinamismo y la diversidad de las organizaciones orientadas a proyectos, cubrimiento del dominio y visión parcial del espacio de búsqueda, lento reaprendizaje y poco nivel de reutilización.

Con frecuencia las soluciones implantadas constituyen cajas negras soportadas por herramientas privativas que afectan la soberanía tecnológica de las organizaciones. No se sabe a ciencia cierta todo el impacto que tiene para la organización la gestión de la información con estas herramientas externas.

Se ha identificado que muchos de estos problemas afectan la eficiencia y la eficacia de los procesos de aseguramiento de ingresos desde la perspectiva de la capacidad de detección de situaciones anómalas.

2.2. Influencia de las escuelas de gestión de proyectos en el aseguramiento de ingresos

La disciplina de Gestión de Proyectos está instituida por escuelas o instituciones dedicadas a la formalización de métodos de organización y trabajo. Entre estas instituciones se encuentran el Project Management Institute (PMI) con su estándar PMBOK (PMI, 2017), el Software Engineering Institute (SEI) con el estándar Capability Maturity Model Integration (CMMI) (SEI, 2010), el International Project Management Association (IPMA, 2016) y la ISO con sus normas 10006 y 21500 (Zandhuis, 2012).

Tradicionalmente las escuelas de gestión de proyectos como PMBOK y CMMI han tenido una fuerte orientación predictiva. Es decir, a partir del detalle del producto que se quiere elaborar, se planifican actividades en base a los recursos disponibles (Vondran, 2015). Con dicha proyección inicial, el objetivo durante el proyecto es conseguir que se cumpla lo previsto: calendario, costes y calidad. En cambio, los proyectos gestionados con metodologías ágiles se inician sin un detalle cerrado de lo que va a ser construido. En (Mathkour, 2008) se presenta una aplicación de gestión de riesgos en el desarrollo de proyectos de software que usan la metodología ágil *Extreme Programming* (XP). En (Schnoeller, 2016) se presenta una estrategia basada en la adquisición de conocimiento para la gestión de riesgos aplicando XP en el desarrollo de software distribuido.

La Tabla 1 ofrece un análisis tanto del PMBOK como de la ISO 21500 respecto a los procesos que influyen con mayor fuerza en el aseguramiento de ingresos desde el punto de vista de la gestión de los riesgos. En la misma, se relacionan las técnicas que se proponen en estos procesos. Se puede apreciar que, para ambas normas, existe convergencia en las técnicas y buenas prácticas para la gestión de riesgos.

Aunque estas normas incluyen actividades y técnicas que pueden influir en el aseguramiento de ingresos, están mayormente basadas en análisis manuales con una fuerte influencia de expertos. El mayor aporte de estas metodologías al aseguramiento de ingresos se puede encontrar en el área de gestión de riesgos que constituyen técnicas de análisis proactivo. No obstante, se señala que las propias técnicas que proponen para el análisis cualitativo son rígidas y no permiten un adecuado tratamiento de la incertidumbre y la ambigüedad existente en los procesos de gestión de riesgos.

PMBOK	ISO 21500	Técnicas que proponen que pueden influir en el aseguramiento de ingresos
11.2 Identificar riesgos	4.3.28 Identificar riesgos	-Juicio de expertos, análisis FODA, lista de verificación. -Técnicas de diagramación: diagramas de causa y efecto, diagramas de flujo de procesos, diagramas de influencias. -Técnicas de recopilación de información.
11.3 Realizar el análisis cualitativo 11.4 Realizar el análisis cuantitativo	4.3.29 Evaluar riesgos	-Juicio de expertos. -Evaluación de probabilidad e impacto de los riesgos. -Evaluación de la calidad de los datos sobre riesgos. -Categorización de riesgos y priorización. -Técnicas de análisis cuantitativo: análisis de sensibilidad, árboles de decisión, modelado y simulación.
11.5 Planear la respuesta a los riesgos	4.3.30 Tratar los riesgos	-Juicio de expertos. -Estrategias para riesgos negativos o amenazas. -Estrategias para riesgos positivos u oportunidades. -Estrategias de respuesta a contingencias.
11.6 Controlar riesgos	4.3.31 Controlar los riesgos	-Revaluación y auditorías a los riesgos. -Análisis de variación, tendencias y análisis de reserva. -Medición del desempeño técnico.

Tabla 1 – Procesos de PMBOK e ISO 21500 asociados a la gestión de riesgos en el aseguramiento de ingresos

El SEI en CMMI (SEI, 2010) presenta un estándar diseñado para medir la capacidad y madurez de organizaciones orientadas a proyectos de software, pero al igual que PMBOK en su definición no incorpora suficientes elementos asociados a técnicas de minería de datos u optimización que puedan contribuir de esa forma en la detección de situaciones anómalas generadoras de pérdidas de ingresos en las organizaciones.

CMMI relaciona las prácticas genéricas y específicas aplicables a la gestión de riesgos. Pero, no propone algoritmos concretos para lograrlo. Tampoco propone el uso de técnicas de minería de datos, que ayuden a detectar situaciones anómalas, en la gestión de la organización. Se centra en el trabajo manual y la documentación exhaustiva de

los procesos, más que en la determinación de fallas y errores a partir del análisis de los datos.

Como estrategia para resolver estos problemas en organizaciones orientadas a proyectos, los autores, desarrollan investigaciones asociadas a la aplicación de técnicas de minería de datos (Castro, 2017).

3. Método para el aseguramiento de ingresos basado en análisis de riesgos y computación con palabras

El método que se propone para el aseguramiento de ingresos en organizaciones orientadas a proyectos, consta de tres partes fundamentales: comprensión de la organización, gestión proactiva de riesgos y evaluación para la toma de decisiones.

3.1. Comprensión de la organización

Inicialmente en la investigación se realiza una comprensión de la organización y diagnóstico de sus proyectos. Esta primera etapa se centra en comprender los procesos de la organización para definir una taxonomía que ayude a identificar las situaciones anómalas que afecten los ingresos, como posibles causas de fallos, malas planificaciones, fraudes, errores en la ejecución de los proyectos o simplemente fugas de ingresos.

Un conjunto de expertos construye la secuencia de actividades primarias y de soporte que forman la cadena de valor de la organización. A partir del análisis de la cadena de valor, se construye una matriz DAFO identificando elementos que influyen en cada actividad primaria tanto en la reducción de los costos como en la mejora de los ingresos y que afectan el margen de cada actividad.

En esta identificación y evaluación de elementos que influyen en los ingresos de la organización, se identifican seis grupos:

1. Nuevos servicios o productos, generadores de nuevos ingresos.
2. Fuentes de errores que afectan el aprovechamiento de las oportunidades o que generan pérdidas de ingresos.
3. Errores o posibles situaciones anómalas que potencien las amenazas afectando los ingresos.
4. Actividades para mitigar o evitar las amenazas.
5. Riesgos externos y fuentes externas que pueden provocar pérdidas de ingresos.
6. Actividades basadas en las fortalezas que ayuden a evitar o mitigar las pérdidas de ingresos por amenazas.

Estos seis grupos permiten a los expertos evaluar cada elemento que influye en los ingresos, agrupados por su naturaleza. Para mitigar, evitar o potenciar cada elemento en función de su impacto en los ingresos, los expertos proponen un conjunto de acciones a ejecutar. Generalmente acciones de grupos diferentes pueden ejecutarse en paralelo. Los elementos de los grupos 2, 3 y 5 concentran los factores internos o externos, las posibles fuentes de errores y otras situaciones anómalas que afectan los ingresos. Los grupos 4 y 6 constituyen acciones recomendadas y que serán empleadas siguiendo un enfoque proactivo en la etapa 2 del método propuesto. El grupo 1 están orientados a

explotar las oportunidades y serán considerados siguiendo un enfoque proactivo en la etapa 2 de este método.

3.2. Gestión de riesgos con enfoque proactivo

En esta segunda etapa del método propuesto, se aplican las técnicas y procesos del PMBOK. Además, se introduce una técnica nueva en los procesos de análisis cualitativo de los riesgos. En particular se propone una técnica basada en el modelo de computación con palabras 2-tuplas (Herrera, 2000; Duran , 2017) en lugar de la técnica propuesta por el PMBOK.

Algoritmo utilizado para la evaluación de los riesgos usando el modelo de 2-tuplas:

1. Seleccionar el conjunto de m expertos. Este conjunto estará denotado por E , identificándose el i -ésimo como e_i .
2. Identificar los riesgos con impacto en el aseguramiento de ingresos aplicando las técnicas del PMBOK.
3. Establecer los criterios de evaluación de riesgos. En este caso se toman: probabilidad de ocurrencia, impacto y facilidad de detección.
4. Evaluar cada uno de los riesgos identificados empleando técnicas de computación con palabras. Se define un conjunto básico de términos lingüísticos (LBTL) para la evaluación de los elementos, basado en el grado de impacto en los ingresos ya sea positiva o negativamente. LBTL = {Ninguno, Muy bajo, Bajo, Medio, Alto, Muy alto, Perfecto}, ver Figura 1. Los expertos evalúan cada elemento según la Tabla 2.

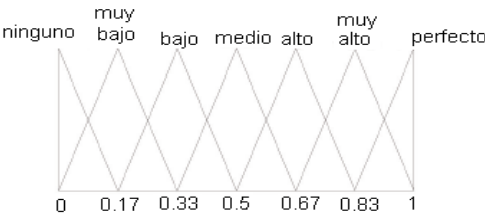


Figura 1 – Variable lingüística “Evaluación del impacto del riesgo”

Riesgos	Expertos						
	e_i			...			e_m
	P	I	D		P	D	I
Riesgo 1	X11P	X11I	X11D	...	X1mP	X1mI	X1mD
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			⋮
Riesgo n	Xn1P	Xn1I	Xn1D	...	XnmP	XnmI	XnmD

Tabla 2 – Evaluación de riesgos aplicando computación con palabras

Donde P es la probabilidad, I el impacto y D la facilidad de detección del riesgo.

5. Siguiendo el modelo 2-tuplas de computación con palabras se agregan las evaluaciones de los expertos consolidando las mismas por cada elemento a evaluar.
6. Al finalizar se tienen los riesgos identificados y su impacto en los procesos de aseguramiento de ingresos.

3.3. Evaluación de resultados para la toma de decisiones

En el método propuesto, finalmente se evalúan los resultados, se estima el impacto para la organización de los riesgos detectados y se realiza un análisis detallado. Al llegar a este paso se cuenta con dos grupos de situaciones dirigidas a la recuperación de ingresos:

- Conjunto de riesgos que son evitados o mitigados, permitiendo disminuir la fuga de ingresos.
- Conjunto de medidas proactivas para mitigar o eliminar los riesgos. Estas tienen un costo de implementación que debe considerarse en el aseguramiento de ingresos.

Para estimar el impacto económico de estas situaciones, se propone a continuación un conjunto de técnicas.

Técnica de estimación por tres valores: Se basa en lograr estimar tres valores: monto más probable (M) a ser recuperado basado en una evaluación realista del experto, monto a recuperar basado en un enfoque optimista (O) tomando como base el mejor escenario posible y el monto a recuperar pesimista (P) basado en el análisis del peor escenario para la recuperación de los ingresos. Luego se procede a calcular el valor estimado usando la Ec. (1).

$$ce = \frac{O+4M+P}{6} \quad (1)$$

Técnica de estimación ascendente: En este caso se realiza una estimación de lo recuperado por cada una de los riesgos detectados y se procede a consolidar este resultado sumando los montos en unidades monetarias asociados a cada actividad. En caso de que sea difícil la estimación del impacto de una actividad se procede a descomponer la misma en componentes de nivel inferior para un análisis más detallado y luego se consolidan las estimaciones respetando la jerarquía construida.

Técnica basada en el análisis de redes: Esta técnica se basa en la construcción de una red de forma tal que cada nodo representa un estado posible de la organización ante diferentes situaciones de riesgos. Las aristas representan las posibles decisiones y cada arista está etiquetada por un vector con las siguientes características (Johnsonbaugh, 1999; Merigó, 2013).

- La primera componente representa la probabilidad de tomar la decisión o de que ocurra un riesgo.
- La segunda componente representa alguno de los siguientes elementos: costo de tomar la decisión, impacto económico positivo en caso de ocurrir una oportunidad, impacto económico negativo en caso de ocurrir una amenaza.

Con esta estructura se puede aplicar un conjunto de técnicas clásicas asociadas al trabajo con redes que permiten estimar el impacto económico de diferentes escenarios del

aseguramiento de ingresos, entre las que se encuentran: redes bayesianas, algoritmo de flujo máximo, algoritmo de Dijkstra, algoritmo de Floyd para determinar el camino con costo mínimo de la organización.

Para realizar la toma de decisiones se propone el uso de sistemas de información combinado con el juicio de expertos. Se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Aplicar sistemas de información que permitan la gestión por cortes y el uso de indicadores objetivos que cubran las áreas de conocimiento.
- Involucrar a los miembros en la búsqueda de las soluciones.
- Priorizar en la toma de decisiones las actividades de la cadena de valor con mayor impacto en los ingresos y las utilidades.

En este paso también pueden ser empleados sistemas de recomendaciones entre otras técnicas de computación emergente.

4. Evaluación y resultados

Para aplicar la propuesta, esta se implementó sobre el sistema de información de la plataforma GESPRO por la versatilidad de la misma y la gran cantidad de funcionalidades para el aseguramiento de ingresos que incluye (Castro, 2016), entre las que se encuentran:

- Módulo para el análisis de datos y el aseguramiento de ingresos, que integra bibliotecas en R para la detección de datos anómalos.
- Módulo para la gestión de riesgos, aplicable para el análisis proactivo.
- Cuadro de mando con indicadores y alertas tempranas, orientado a la detección de insuficiencias en la planificación y la ejecución de proyectos.
- Gestión del alcance y de la calidad respecto al cubrimiento de los requisitos en el cronograma y el control de la calidad.
- Gestión de los costos de los proyectos y predicción de costos de proyectos en función del comportamiento de los datos.

La Figura 2 muestra el módulo de gestión de riesgos como parte del subsistema de aseguramiento de ingresos en la herramienta GESPRO. Nótese que la herramienta

CATEGORÍAS DE RIESGOS

ESTADOS DE RIESGOS

RIESGOS

Riesgos del Centro

Nuevo riesgo

Ayuda

Filtros

#	Nombre	Prob.	Impacto	Detec.	Exposición	Evaluaciones	
2	Pérdida de recursos humanos	(Bajo; 0.0)	(Alto; 0.0)	(Muy alto; 0.0)	(Medio; 0.0)	1 Ver Modificar Borrar	
1	Planificación sobre costos	(Medio; 0)	(Medio; 0)	(Medio; 0)	(Medio; 0.0)	0 Modificar Borrar	
3	Pérdida de Recursos Humanos	(Alto; 0.0)	(Alto; 0.0)	(Medio; 0.0)	(Medio; 0.0)	2 Ver Modificar Borrar	
4	Dificultades con fenómenos ...	(Bajo; 0.0)	(Alto; 0.0)	(Bajo; 0.0)	(Medio; 0.0)	1 Ver Modificar Borrar	

(1-4/4)

Exportar a: CSV

Figura 2 – Vista de gestión de riesgos en la plataforma GESPRO como parte del subsistema de aseguramiento de ingresos

permite evaluar los riesgos según varios criterios y ser realizado por múltiples expertos. Además, se permite exportar a fichero CSV la información correspondiente al estado actual de la evaluación de los riesgos del proyecto.

En la validación del método propuesto se aplican técnicas de triangulación metodológica de métodos y de expertos. Se compara el enfoque proactivo propuesto para la gestión de riesgos contra la técnica del PMBOK. Para ellos, se realiza un experimento que compara la técnica tradicional propuesta en el PMBOK con la técnica basada en el modelo 2-tuplas de computación con palabras.

Para la experimentación se empleó una base de datos de proyectos terminados del repositorio perteneciente al Laboratorio de Investigaciones en Gestión de Proyectos (Castro, 2016; Castro, 2017). Dicha base de datos cuenta con 14 proyectos reales de desarrollado de software, los cuales están concluidos y se conoce cómo se comportaron sus riesgos, o sea se tiene un patrón de comparación con lo que realmente ocurrió con los proyectos. La información de lo que realmente ocurrió con los proyectos se considera como la respuesta deseada que deben aportar los métodos de evaluación cualitativa que se comparan en el trabajo.

Para la validación se tomó un grupo de 6 expertos en gestión de proyectos que no participaron en los proyectos seleccionados. A continuación se caracterizan los expertos consultados para la evaluación de los riesgos: 4 Doctores y 2 Máster, respecto a los años dedicados: 18.8 como promedio, 9.8 desviación estándar, 14 años mínimos y 37 años máximos dedicados. A los expertos se les suministró suficiente información que caracteriza a cada proyecto para que realizaran la evaluación de los riesgos. Luego se procedió a aplicar los siguientes pasos:

- Paso 1. Los expertos sentados en una mesa de trabajo, evaluaron por consenso cada riesgo en cada proyecto empleando el método propuesto por el PMBOK al que llamaremos Riesgos-PMBOK.
- Paso 2. Los expertos de forma independiente, evaluaron según su criterio cada riesgo en cada proyecto empleando el método propuesto en este trabajo. Aplicaron técnicas de computación con palabras, empleando la variable representada en la Figura 1, a este método lo llamamos al Riesgos-CWW.
- Paso 3. Se calculó el error cuadrático medio cometido en el proyecto p (E_p) según las dos variantes de métodos de evaluación, ver Ec. (2).

$$E_p = \frac{1}{18} \sum_{i=1}^{18} (D_i - Y_i)^2 \quad (2)$$

Donde D_i es lo que realmente ocurrió en los riesgos, o sea la salida deseada.

Siendo Y_i la salida dada por los diferentes métodos de evaluación ante cada riesgo.

Se tuvieron en cuenta 18 de los riesgos más comunes en este escenario, que cubren todas las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos, ver Tabla 3.

Finalmente se compararon los errores cuadráticos medios calculados según cada método para cada uno de los proyectos, ver resultados en la Tabla 4 y Figura 3.

Riesgos	Área de conocimiento
Dificultades energéticas, afectan la producción	Adquisiciones
Dificultades con el transporte, afectan el plan	
Aumento de los precios de los recursos	
Dificultades con la licitación de los requisitos	Alcance y Calidad
Dificultades con la definición de la arquitectura	
Falta de liderazgo en los jefes del proyecto	Integración
Trámites engorrosos para la comercialización	Interesados
Atrasos en entrega de los proveedores	Interesados y Adquisiciones
Tardía entrega de información por cliente	Interesados y Alcance
Cliente desinteresado que no participa en los encuentros	Interesados y Comunicaciones
Pérdida de recursos humanos, condiciones	Recursos humanos
Bajo nivel de formación de recursos humanos	
Pocos incentivos al equipo, baja producción	
Mala conformación de equipos	Riesgos
Fenómenos atmosféricos, afectan la productividad	
Rotura de equipos y lento mantenimiento	Tiempo y Calidad
Bajos niveles de reutilización	
Elevada presión externa, provoca errores de planificación y ejecución	Tiempo, Integración, Calidad

Tabla 3 – Relación de áreas de conocimientos y riesgos identificados para la validación

Proyecto	Riesgos-PMBOK	Riesgos-CWW	Proyecto	Riesgos-PMBOK	Riesgos-CWW
1	6,50	3,63	8	10,00	5,02
2	14,50	4,65	9	8,00	6,34
3	10,50	1,69	10	14,00	5,10
4	13,50	5,80	11	10,00	8,21
5	8,00	3,63	12	7,00	5,46
6	15,50	6,31	13	11,50	8,21
7	10,50	2,94	14	6,50	4,56
Total				146	71,55

Tabla 4 – Valores de error cuadrático medio por proyectos

En el análisis de los resultados se identificó que el método Riesgos-PMBOK obtuvo un total de 146 en los errores cuadráticos, mientras que en el método Riesgos-CWW fue de

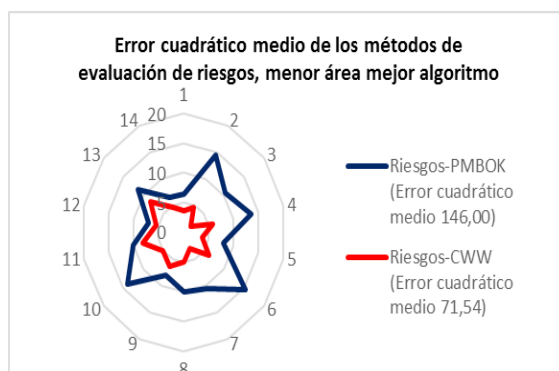


Figura 3 – Gráfico radial que representa el error cuadrático medio en la evaluación de riesgos

71.55. Como se muestra gráficamente en la Figura 3, los mejores resultados se obtienen con el método de evaluación Riesgos-CWW.

Como se puede ver entre las ventajas del método propuesto está la facilidad para interpretar los resultados al expresarse tanto la evaluación de los expertos como los resultados finales en palabras. El método propuesto además permite la valoración simultánea de múltiples expertos y como se puede ver los resultados de los dos métodos son diferentes. Ninguno de los riesgos evaluados con la evaluación tradicional PMBOK, tuvieron exposición alto a pesar de que la probabilidad o el impacto de algunos, era elevado. Además, el orden final luego de la evaluación, que es importante para la respuesta a los riesgos, fue también diferente, siendo superior el método propuesto.

Además, el método basado en computación con palabras resulta más intuitivo y permite una mejor interpretación de los resultados al usar términos lingüísticos en lugar de valores numéricos.

Con la aplicación de la propuesta en la herramienta GESPRO se han beneficiado un total de 14 centros de desarrollo de tecnologías de la información, en los cuales se gestionan más de 200 proyectos y donde convergen más de 500 usuarios de la herramienta. Además, se implementó el método en la compañía ecuatoriana QuitusServices, dedicada a la prestación de servicios de tecnologías de la información y las comunicaciones (QuitusServices, 2018). En dicha compañía, con la aplicación del método propuesto, se recuperó un monto de \$268 USD por concepto de ingresos por cliente según actividades en 1 mes.

5. Conclusiones y trabajos futuros

Los principales estándares de gestión de proyectos no tratan suficientemente el tema de aseguramiento de ingresos. Se identificó como tendencia en las estrategias de aseguramiento de ingresos la necesidad de combinar las estrategias reactivas, con estrategias activas y proactivas, con el objetivo de disminuir los tiempos de detección de las fugas de ingresos y prevenir las posibles fallas o acciones de fraudes. La propuesta combina técnicas de gestión de proyectos, análisis de riesgos y computación

con palabras, para aplicar las técnicas de aseguramiento de ingresos bajo el enfoque proactivo. Respecto a los métodos de evaluación cualitativa de riesgos se concluye que el método basado en computación con palabras reporta mejores resultados que la técnica tradicional propuesta por el PMBOK. El método propuesto, se encuentra integrado a la plataforma GESPRO y se propone el uso de esta plataforma para su aplicación en la toma de decisiones por la versatilidad y las funcionalidades para el aseguramiento de ingresos.

En la instrumentación del método propuesto, sobre la toma de decisiones, pueden ser empleados sistemas de recomendaciones, entre otras técnicas de la computación emergente y se recomienda que se trabaje esta temática en investigaciones futuras. Se debe continuar investigando acerca de la aplicación del método propuesto en escenarios en tiempo real usando estrategias para el cómputo de altas prestaciones y potenciando la aplicación del método en un enfoque activo del aseguramiento de ingresos. Además, se recomienda realizar análisis comparativo con metodologías ágiles como por ejemplo XP y SCRUM.

Referencias

- Acosta, K. (2008). Aseguramiento de ingresos: una actividad fundamental en las empresas de telecomunicaciones. *Ingeniería Industrial*, 24(2), 1–6. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433566002>
- Castro, G. F. (2016). Platform for Project Evaluation Based on Soft-Computing Techniques. In: Communications in Computer and Information Science, *CITI 2016*. 658, págs. 226–240. Springer. doi:10.1007/978-3-319-48024-4_18
- Castro, G. F. (2017). Aplicación de la minería de datos anómalos en organizaciones orientadas a proyectos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(Especial UCIENCIA), 195–209.
- Delgado, R. (2011). *La Dirección Integrada de Proyecto como Centro del Sistema de Control de Gestión en el Ministerio del Poder Popular para la Comunicación y la Información*. Caracas, Venezuela: CENDA.
- Duran D. (2017). Evaluación de mapas de competencias educativas: una propuesta difusa basada en 2-tuplas. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (24), 22–38. doi:10.17013/risti.24.22–38
- GRAPA. (2017). *Professionalizing the Information, Communications and Technology Industry*. The Global Revenue Assurance Professional Association (GRAPA), Obtenido de: <http://www.grapatel.com>
- Herrera, F. M. (2000). A 2-tuple fuzzy linguistic representation model for computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 8(6), 746–752. doi:10.1109/91.890332
- IPMA. (2016). *International Project Management Association*. Obtenido de <http://www.ipma.world>

- Johnsonbaugh, R. (1999). *Matemática Discreta* (4 ed.). México: Prentice Hall.
- Khan, N. (2014). *Internship Report on Revenue Assurance and Fraud Management ID: 10104009*. BRAC Business School.
- Leach, L. P. (2014). *Critical chain project management* (3rd edition). London: Artech House.
- Mathkour H., A. G. (2008). A Risk Management Tool for Extreme Programming. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 8(8), 326–333.
- Mattison, R. (2005). *The Telco Revenue Assurance Handbook*. Oakwood Hills, Illinois, USA: XiT Press.
- Merigó, J. Y. (2013). Norm aggregations and OWA operators. In *Aggregation functions in theory and in practice. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 228, 141–151. doi:10.1007/978-3-642-39165-1_17
- Phillips, J. (2013). *Project Management Professional: Certification Study Guides* (7 ed.). New York: McGraw-Hill Osborne Media.
- PMI. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge. PMBOK® Guide* (6 ed.). Pennsylvania, EE.UU.: Project Management Institute.
- Prieto A., P. M. (2015). Propuesta de marco de mejora continua de gobierno TI en entidades financieras. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (15), 51–67. doi:10.17013/risti.15.51-67
- Quitusservices. (2018). *Portal corporativo compañía de servicios informáticos*. (Guayaquil, Ecuador) Obtenido de <https://businessredmine.herokuapp.com/portal/quitusservices>
- Schnoeller G., M. L. (2016). A strategy based on knowledge acquisition for management of requirements risks on distributed XP development. *Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, (20), 18–33. doi:10.17013/risti.20.18–33
- Schwalbe, K. (2015). *Information technology project management* (7 ed.). Stamford: Cengage Learning.
- SEI. (2010). *CMMI para Desarrollo, Versión 1.3. Mejora de los procesos para el desarrollo de mejores productos y servicios*. EE.UU.: Technical Report, Software Engineering Institute.
- SGI. (2014). *The CHAOS Manifesto*. Obtenido de The Standish Group International: <https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>
- SGI. (2015). *Standish Group 2015 Chaos Report*. Obtenido de <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
- TMForum. (2015). *Revenue Assurance practitioner blog: Do we need a new approach to revenue assurance in the digital world? & Seeing is believing: Setting revenue assurance KPIs*. Obtenido de <https://inform.tmforum.org/>

- Verzuh, E. (2015). *The fast forward MBA in project management* (5 ed.). New Jersey: Wiley.
- Vondran, A. (2015). *Metodologías ágiles de gestión de proyectos*. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/metodolog%C3%ADas-%C3%A1giles-de-gesti%C3%B3n-proyectos-andre-vondran/>
- Zandhuis, A. S. (2012). *ISO21500: Guidance on Project Management: A Pocket Guide*. Zaltbommel, The Netherlands: Van Haren Publishing.

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 - 35€

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

☐ Outro (Empresa, etc.) - 500€

NIF/CIF: _____

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



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

©AISTI 2018 <http://www.aisti.eu>

