

Editorial

Artículos de investigación

- **Estratégias de padronização de processos na indústria calçadistas: estudo de caso e implicações** 7-26
Process standardization strategies in the footwear industry: case study and implications
Diego Augusto de Jesus Pacheco, Edna Palhano Cristo
- **Planeación estratégica del sistema de producción de camarón blanco en Jitzamuri, Sinaloa, México** 27-44
Strategic planning of white shrimp production system in Jitzamuri, Sinaloa, Mexico
José Fabela Ceceña, Darío Fuentes Guevara, Linda García Rodríguez
- **Software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica de una Empresa Petroquímica** 45-70
Software for the evaluation of suppliers of the Technical Management of a Petrochemical Enterprise
Carlos Velásquez, Aleida Aular, Enrique Flores
- **Enseñanza y evaluación en carreras de ingeniería en tiempos de pandemia: la experiencia de Colombia** 71-98
Teaching and assessment in engineering programs in pandemic times: the experience of Colombia
Isolda Mercedes Erck, Héctor Darío Enríquez, Víctor Andrés Kowalski,
Roberto Gabriel Giordano Lerena, Sandra Daniela Cirimelo
- **Validez Factorial del Instrumento SERVQUALing en la Medición del Nivel de Servicio a clientes por los Restaurantes de Sonora, México** 99-116
Factorial Validity of the SERVQUALing Instrument in the Measurement of the Level of Service to Customers by Restaurants in Sonora, Mexico
Jesús Martín Cadena-Badilla, José Alfredo Heredia Bustamante, Rafael Hernández León, Joaquín Vásquez Quiroga
- **Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería** 117-138
Assessment of the perceived quality of digital games for engineering education
Alexandra Schmidt, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Jonatas Ost Scherer

Artículos de divulgación

- **La era digital, Ingeniería Industrial y la pandemia por Covid-19** 141-150
The digital age, Industrial Engineering and the Covid-19 pandemic
Humberto Gutiérrez Pulido
- **Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión** 151-172
Methodologies for production planning in industries: a review
Julián Silva Rodríguez, Sandra Iazo Jiménez, Daniela Palencia Molina, Mayra D'Armas Regnault

Normas para Publicación

173-174

Directora/ Editora—Fundadora

□ Dra. Ninoska Maneiro Malavé †

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Agustín Mejías Acosta—Director/Editor

□ Dra. Florangel Ortiz Zavala. Universidad de Carabobo, Venezuela

□ Dr. Mervyn Márquez Gómez. Universidad Austral de Chile, Chile

□ Dr. Humberto Gutiérrez Pulido. Universidad de Guadalajara, México

□ Dra. Edith Martínez Delgado. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba

□ Dra. Marianna Barrios León. Universidad de Carabobo, Venezuela

□ Dr. (c) Víctor Andrés Kowalski. Universidad Nacional de Misiones, Argentina

□ Dra. María Cannarozzo Tinoco. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

□ Dr. (c) Iván Santelices Malfanti. Universidad del Bío-Bío, Chile

□ Dra. María del Rosario Torres. Universidad de Carabobo, Venezuela

□ Dr. Vicente Coll S. Universidad de Valencia, España

□ Mayra D'Armas Renault. Universidad Estatal de Milagro, Ecuador

□ Dra. Cira Lidia Isaac. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba

□ Dra. Ruth Illada García. Universidad de Carabobo, Venezuela

Comité Científico (lista parcial)

□ María González García. Universidad Politécnica de Madrid, España

□ Martín Cadena Badilla. Universidad de Sonora, México

□ Javier E. Martínez Guirao. Universidad de Murcia, España

□ Marisela Giraldo. Universidad Técnica del Norte, Ecuador

□ Francisco Figueredo. Universidad del Carabobo, Venezuela

□ Henry Hernández Vega. Universidad de Costa Rica, Costa Rica

□ Luis Troccoli. Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

□ Alex Mauricio Ovalle Castiblanco. Universidad Autónoma de Manizales, Colombia

□ Guillermo Flores Téllez. Asociación Mexicana de TRIZ

□ Arturo Vega Robles. Universidad de Sonora, México

□ Juan Carlos Michalus. Universidad Nacional de Misiones, Argentina

□ Rodrigo Pessotto Almeida. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

□ Silvia Sira. Universidad de Carabobo, Venezuela

□ Enrique Flores. Universidad del Carabobo, Venezuela

□ Álvaro González-Angeles. Universidad Autónoma de Baja California, México

□ João Helvio Righi de Oliveira. Universidad Federal de Santa María, Brasil

□ Eduin Contreras. Universidad de Boyacá, Colombia

□ Dunia Duque. Universidad Austral de Chile, Chile

□ Jonatas Ost Scherer. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Ingeniería Industrial		25
Actualidad y Nuevas Tendencias		
ISSN:1856-8327		
e-ISSN: 2610-7813		
Editorial		
Artículos de investigación		
- Estrategias de padronización de procesos en la industria calpudista: estudio de caso e implicaciones Proceso standardization strategies in the footwear industry: case study and implications Diego Augusto de Jesus Pacheco, Edna Falhano Cristo	7-26	
- Planeación estratégica del sistema de producción de camarón blanco en Jitzamuri, Sinaloa, México Strategic planning of white shrimp production system in Jitzamuri, Sinaloa, Mexico José Fabula Coorita, Darío Fuentes Cuevara, Linda García Rodríguez	27-44	
- Software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica de una Empresa Petroquímica Software for the evaluation of suppliers of the Technical Management of a Petrochemical Enterprise Carlos Velázquez, Aleida Aular, Enrique Flores	45-70	
- Enseñanza y evaluación en carreras de ingeniería en tiempos de pandemia: la experiencia de Colombia Teaching and assessment in engineering programs in pandemic times: the experience of Colombia Ibeldy Mercedes Erok, Héctor Darío Enriquez, Víctor Andrés Kowalski, Roberto Gabriel Ciordano Lorenz, Sandra Daniela Ciruelo	71-80	
- Validez Factorial del Instrumento SERVQUALing en la Medición del Nivel de Servicio a clientes por los Restaurantes de Sonora, México Factorial Validity of the SERVQUALing Instrument in the Measurement of the Level of Service to Customers by Restaurants in Sonora, Mexico Jesús Martín Cadena-Badilla, José Alfredo Heredia Bustamante, Rafael Hernández León, Joaquín Vázquez Quiroga	89-116	
- Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería Assessment of the perceived quality of digital games for engineering education Alexandra Schmidt, María Auxiliadora Camarero Torres, Jonathan Ost Scherer	117-130	
Artículos de divulgación		
- La era digital, Ingeniería Industrial y la pandemia por Covid-19 The digital age, Industrial Engineering and the Covid-19 pandemic Humberto Gutiérrez Pulido	141-150	
- Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión Methodologies for production planning in industries: a review Julian Silva Rodríguez, Sandra Iazo Jiménez, Daniela Palencia Molina, Mayra D'Armas Ragnault	151-172	
Normas para Publicación		
173-174		

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

JESSY DIVO DE ROMERO

Rectora

JOSÉ ÁNGEL FERREIRA

Vicerrector Administrativo

ULISES ROJAS

Vicerrector Académico

PABLO AURE

Secretario

Manuel Jiménez
Decano - Facultad de
Ingeniería

Ángel Almarza
Director de
Investigación

Carmen Guedez
Directora - Escuela de
Ingeniería Industrial

REVISTA INGENIERÍA INDUSTRIAL: ACTUALIDAD Y NUEVAS TENDENCIAS.

Publicación Semestral editada y distribuida por la Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Carabobo. Av. Universidad, Facultad de Ingeniería. Bárbula, Estado Carabobo, Venezuela. CP 2005.

Contacto telefónico: 00-58-424-419.4096

e-mail: revistaiiaynt@gmail.com, revistaiiaynt@uc.edu.ve

Órgano de Difusión Científica y Tecnológica de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo. Valencia-Venezuela.

ISSN: 1856-8327 / e-ISSN: 2610-7813

Depósito Legal: pp200702CA2736

Registrada en la base de datos del Centro de Información y Documentación de la Universidad de Carabobo (<http://www.cid.uc.edu.ve>), en el Índice de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología—REVENCYT— (ULA-Venezuela), Actualidad Iberoamericana (CIT-Chile), REDALYC (UAEM-México), en el Catálogo LATINDEX (UNAM-México) y en PERIODICA (UNAM-México)

Tiraje: 300 Ejemplares

Año 13, Vol. VII, N° 25, Diciembre 2020

Los artículos firmados son responsabilidad de su autor y no reflejan necesariamente el criterio de la institución, a menos que se especifique lo contrario. En caso de reproducción se agradece citar la fuente y enviar ejemplares del medio utilizado a la Escuela de Ingeniería Industrial, en la dirección dada previamente, a fin de acreditar la referencia al autor respectivo.



Tabla de contenido

Editorial	
Artículos de investigación	
- Estratégias de padronização de processos na indústria calçadistas: estudo de caso e implicações <i>Process standardization strategies in the footwear industry: case study and implications</i> Diego Augusto de Jesus Pacheco, Edna Palhano Cristo	7-26
- Planeación estratégica del sistema de producción de camarón blanco en Jitzamuri, Sinaloa, México <i>Strategic planning of white shrimp production system in Jitzamuri, Sinaloa, Mexico</i> José Fabela Ceceña, Darío Fuentes Guevara, Linda García Rodríguez	27-44
- Software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica de una Empresa Petroquímica <i>Software for the evaluation of suppliers of the Technical Management of a Petrochemical Enterprise</i> Carlos Velásquez, Aleida Aular, Enrique Flores	45-70
- Enseñanza y evaluación en carreras de ingeniería en tiempos de pandemia: la experiencia de Colombia <i>Teaching and assessment in engineering programs in pandemic times: the experience of Colombia</i> Isolda Mercedes Erck, Héctor Darío Enríquez, Víctor Andrés Kowalski, Roberto Gabriel Giordano Lerena, Sandra Daniela Cirimelo	71-98
- Validez Factorial del Instrumento SERVQUALing en la Medición del Nivel de Servicio a clientes por los Restaurantes de Sonora, México <i>Factorial Validity of the SERVQUALing Instrument in the Measurement of the Level of Service to Customers by Restaurants in Sonora, Mexico</i> Jesús Martín Cadena-Badilla, José Alfredo Heredia Bustamante, Rafael Hernández León, Joaquín Vásquez Quiroga	99-116
- Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería <i>Assessment of the perceived quality of digital games for engineering education</i> Alexandra Schmidt, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Jonatas Ost Scherer	117-138
Artículos de divulgación	
- La era digital, Ingeniería Industrial y la pandemia por Covid-19 <i>The digital age, Industrial Engineering and the Covid-19 pandemic</i> Humberto Gutiérrez Pulido	141-150
- Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión <i>Methodologies for production planning in industries: a review</i> Julián Silva Rodríguez, Sandra Iazo Jiménez, Daniela Palencia Molina, Mayra D'Armas Regnault	151-172
Normas para Publicación	173-174

EDITORIAL

EDITORIAL

¡La polivalencia de los Ingenieros Industriales!

En estos tiempos de pandemia, tan convulsionados y de tantos cambios, nos encontramos con muchos dilemas; uno de ellos, y que muchos lo han tenido a lo largo de su vida profesional, es si de verdad valió la pena estudiar la carrera, si vale la pena ejercer o si nos servirá para trascender en el futuro. Una de las respuestas más contundentes que he encontrado en estos días protagonizados por el Covid-19, y por la todo lo que gira alrededor, noticias, vacunas, *webinar*, clase virtual, etc., es la que plantea **Miguel Iriberry**, Presidente del Consejo General de Colegios Oficiales de Ingenieros Industriales de España “*Existe una idea entre los profesionales de la ingeniería que confiere a los ingenieros industriales, la gran capacidad para cambiar el mundo y para convertirlo en un lugar mejor para todos, y, más aún, en momentos tan complicados como los actuales*” (<https://www.interempresas.net/Instaladores/Articulos/320741-Los-ingenieros-industriales-conectan-el-presente-con-el-futuro.html>, 04/12/2020).

Iriberry, ve en la polivalencia de los ingenieros industriales: la razón para ser los más demandados del mercado, y destaca entre otros argumentos interesantes, que “están dotados de una gran flexibilidad que les permite no solo aprender, sino reaprender continuamente y vivir en una capacidad permanente de reconvertirse”. Agrega que, esta profunda transformación en digitalización, flexibilidad, cambios en los modelos y cadenas de producción, y en recursos humanos acelerada por la pandemia de la Covid-19, representa un reto para todos y el papel de los ingenieros es fundamental con una serie de desafíos sin precedentes.

Esta polivalencia de los ingenieros industriales, y su gran capacidad para cambiar el mundo y para convertirlo en un lugar mejor para todos, se ve reflejada en los artículos presentados en este número 25 de nuestra “Revista Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias”. *De Jesús y Cristo*, desde Brasil, analizan para mejorar, las actividades de un sector del sector del calzado aplicando herramientas de calidad; *Fabela et al.*, desde

México, identifican la relación entre planeación estratégica y procesos en empresas acuícolas con la finalidad de conocer el desempeño de dichas organizaciones; *Velásquez et al.*, desde Venezuela, diseñan un Software para la Evaluación de Proveedores en las Empresas Petroquímicas; *Erck et al.*, desde Argentina, nos presentan la experiencia colombiana de la enseñanza y evaluación en carreras de ingeniería en tiempos de pandemia; *Cadena et al.*, desde México, evalúan la validez Factorial del SERVQUALing en clientes de restaurantes; y, *Schmidt et al.*, desde Brasil, evalúan la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería. Por su parte en la sección de divulgación, *Gutiérrez* desde México, nos habla sobre la Era Digital, Ingeniería Industrial y la Pandemia por Covid-19; y, *Silva et al.*, de Colombia y Ecuador, nos presentan una revisión de las metodologías para la planificación de la producción en las industrias.

Si los demás ingenieros, como lo afirma Iriberri, y otros profesionales en general, nos han conferido a los Ingenieros Industriales, esa gran capacidad para cambiar el mundo y para convertirlo en un lugar mejor para todos, entonces, que mejor momento para asumir este rol, que estos tiempos de pandemia. Nuestra Revista, órgano de divulgación de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo, se siente orgullosa de ser la tribuna de esta polivalencia de los Ingenieros Industriales, y no nos cansamos de agradecer, no solo las contribuciones de los autores, sino el papel que juegan los evaluadores en este proceso tan arduo, pero tan satisfactorio para toda la comunidad científica-académica.

Por el Comité Editorial

Dr. Agustín Mejías Acosta

Diciembre, 2020



Signatory of
DORA

Artículos de Investigación

Artículos de Investigación

Estratégias de padronização de processos na indústria calçadistas: estudo de caso e implicações

Process standardization strategies in the footwear industry: case study and implications

Diego Augusto de Jesus Pacheco, Edna Palhano Cristo

Palavras-chave: gestão da qualidade, melhoria, padronização de processos, indústria calçadista

Key words: quality management, improvement, standardization of processes, footwear industry

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo analisar e melhorar as atividades de um setor de recebimento de produtos pré-fabricados por empresas terceirizados em uma empresa do setor calçadista feminino brasileira. Foram identificadas oportunidades de melhorias utilizando ferramentas da qualidade com foco na padronização de processos. Foi examinado um estudo de caso, usando abordagem qualitativa, e observação participante. Os principais resultados da pesquisa permitiram indicar para a empresa um conjunto de estratégias para a padronização de processos produtivos. Os índices de qualidade dos produtos entregues pelos atelieres terceirizados melhoraram aproximadamente 46%, o índice de entrega dos pedidos dentro do prazo melhorou aproximadamente 69%, o indicador de notas fiscais canceladas reduziu em 37%. Este trabalho tem relevância na medida em que analisa processos e aponta sugestões para o setor calçadista, reconhecido por baixa maturidade e cultura quanto aos processos de melhoria contínua da qualidade. A metodologia desse estudo pode ser replicada para empresas do mesmo setor para alavancar os esforços de melhoria, obter redução de custos e redução de retrabalhos.

ABSTRACT

This study aims to analyze and improve the activities of a sector for receiving prefabricated products by outsourced companies in a company in the Brazilian female footwear sector. Opportunities for improvement were identified using quality tools with a focus on standardizing processes. A case study was examined, using a qualitative approach, and participant observation. The main results of the research allowed to indicate to the company a set of strategies for the standardization of production processes. The quality indexes of products delivered by outsourced workshops improved by approximately 46%, the rate of delivery of orders on time improved by approximately 69%, the indicator of canceled invoices decreased by 37%. This work is relevant to the extent that it analyzes processes and points out suggestions for the footwear sector, recognized for its low maturity and culture regarding continuous quality improvement processes. The methodology of this study can be replicated for companies in the same sector to leverage improvement efforts, obtain cost reductions and reduce rework.

INTRODUÇÃO

No cenário atual o mercado exige das empresas a utilização eficiente dos recursos, otimização do tempo e melhoria contínua dos padrões de qualidade. Para qualificar os processos e rotinas de uma empresa é possível identificar relevantes contribuições das ferramentas da área de Gestão da Qualidade, como sendo fatores diferenciais para a competitividade (Mustafid et al., 2018; de Jesus Pacheco, 2015).

Cada setor de negócios possui suas particularidades. Na indústria calçadista, por exemplo, os aspectos competitivos custo baixo e a limitada cultura organizacional em ferramentas de melhoria de processos devem ser considerados (Pereira et al., 2010; Schmidt, 2011; Deidrich, 2002) ao se introduzir estratégias com ênfase na melhoria da qualidade. Outras características do setor calçadista incluem a alta variabilidade de produtos (Pergher et al., 2020; Lohmann et al., 2019) e a influência da sazonalidade da moda e de edições limitadas de modelos de calçados nos processos dessas empresas (Chae et al., 2020). Tais características implicam em desafios para a melhoria contínua de processos nas empresas desse setor.

Nesse contexto particular, a indução de estratégias de qualidade deve ser implantada através de etapas detalhadamente planejadas (Neuhaus et al., 2014). Tais etapas são alcançadas com a utilização de algumas ferramentas disponíveis para identificação de

problemas de qualidade e desempenho (Viana et al., 2013). A Qualidade pode ser compreendida como um conjunto de atributos que tornam o produto ou serviço adequado ao uso; e é construída durante a realização dos processos. Tanto no caso de produtos quanto de serviços, elevados níveis de qualidade são essenciais (Maiczuk & Junior, 2013). Tal aspecto é inegável diante dos impactos da globalização e dos níveis de competitividade atuais dos mercados.

As ações voltadas para a melhoria de processos estão intimamente ligadas a razões de competência e competitividade (de Jesus Pacheco, 2015). Assim sendo, uma empresa se torna mais competitiva quando atribui em sua rotina métodos de planejamento, controle e melhoria contínua das atividades (Neuhaus et al., 2014). Na indústria calçadista, entretanto, normalmente é difícil de se apurar os índices de qualidade dos processos, pois a melhoria da qualidade dos processos é geralmente colocada em uma dimensão subjetiva (Fernandes et al., 2012). Na prática, as empresas encontram dificuldades em implantar procedimentos e metodologias, mantendo certa rejeição com novas oportunidades de melhoria (Oliveira et al., 2010). Contratempos e falta de rotinas sistematizadas dificultam a implantação de algumas melhorias básicas de processos que poderiam contribuir para melhorar os níveis de produtividade de empresa (Bachega & Godinho Filho, 2011; Guio, 2006).

Para se alcançar a padronização de processos, além das reconhecidas sete ferramentas básicas da Qualidade (de Jesus Pacheco, 2015; Bezerra et al., 2012), podem ser utilizadas outras metodologias que se aplicam conforme as necessidades particulares de cada empresa. A padronização de processos, por exemplo, faz parte da ferramenta de 5Ss, e é importante pois significa manter a organização das atividades (Ribeiro et al., 2013). Existem dois objetivos básicos para isso. O primeiro é obter processos mais previsíveis e confiáveis. Já o segundo, é manter domínio tecnológico para o conhecimento de todos os funcionários da empresa ou área (Florêncio & Macedo, 2012).

A padronização é relevante para definir aplicações corretas e maximizar a qualidade das especificações técnicas dos processos produtivos. Contudo, para manter processos e atividades padronizadas é necessário à implantação de ferramentas e metodologias que devem ser escolhidas conforme o tipo de problema. Assim, no caso particular da empresa examinada nessa pesquisa, o cenário em estudo examina um setor de recebimento de calçados pré-fabricado onde foi realizada a análise através de indicadores para melhorar os processos diários. Para fins dessa pesquisa, foram utilizadas duas das sete ferramentas básicas da qualidade, fluxograma e a lista de verificação, combinadas com outras ferramentas de padronização de processos. Através dessas ferramentas é possível

descrever o fluxo dos processos, desvios e facilitar a coleta de dados de análise por meio de planilhas e tabelas (Junior, 2010).

Para o desenvolvimento desse trabalho foi realizado um estudo na empresa Alfa (nome fictício para questões de confidencialidade) do ramo calçadista feminino, situada no Brasil que atua no mercado há mais de 40 anos, produzindo diariamente em torno de 9 mil pares de sapatos, botas e sandálias femininas. As atividades de manufatura do pré-fabricado de calçados que contemplam sola e palmilha, parte inferior do calçado, e a atividades de costura do cabedal, parte superior do calçado, são direcionados para pequenas empresas terceirizadas denominadas de ateliers, enquanto que o restante dos setores de produção e administrativo estão situados na própria planta da empresa. No interior da empresa existe um setor responsável pelo recebimento de calçados pré-fabricado e de suporte nos processos de produção para as empresas terceirizados que produzem o pré-fabricado de calçados. Nesse setor, historicamente, ocorrem problemas relacionados à desorganização, falha na comunicação e retrabalhos na produção de solas e palmilhas pelas empresas terceirizada. Ou seja, há falta de padronização de processos que geram perdas de tempo e atrasos no fluxo de processos de rotina e logística.

O principal argumento dessa pesquisa, portanto, é de que a implementação de ferramentas da qualidade e de melhoria de processos, tais como o uso de cronogramas,

formulários, procedimentos e fluxos de processos, com o auxílio lista de verificação para controle da chegada de materiais dos terceirizados, combinadas com outras ferramentas da qualidade, podem contribuir para a melhoria desse cenário. Esse estudo examina seguinte questão de pesquisa: Quais são as implicações das ferramentas de padronização de processos e de melhoria da Qualidade na indústria calçadista? Assim sendo, o objetivo geral desse estudo foi analisar as atividades realizadas em um setor de recebimento de pré-fabricado, identificando as melhorias executadas baseadas em ferramentas da qualidade com ênfase na padronização dos processos, redução de custos e erros. Para atingir tal objetivo, os objetivos específicos da pesquisa incluíram realizar a análise dos processos e atividades realizadas no setor, a identificação das principais dificuldades de implementação das melhorias na

empresa, elencar propostas de solução, e a implantação das ferramentas tendo em vista a padronização de processos.

Esta pesquisa justifica-se, pela relevância e impacto no contexto da empresa e das demais empresas calçadistas caracterizadas pela baixa infusão de ferramentas da qualidade (Ribeiro et al., 2013; Fernandes et al., 2012; de Jesus Pacheco et al., 2016). Este artigo foi organizado conforme segue. A seção 2 apresenta o referencial teórico sobre indústria calçadista e sobre ferramentas da qualidade e padronização. Em seguida, na seção 3 são detalhados os procedimentos metodológicos adotados para a coleta e análise de dados. A seção seguinte apresenta os principais resultados obtidos com a pesquisa. Na seção 5 foi feita a análise e discussão dos resultados, e por fim, a seção seguinte apresenta as conclusões da pesquisa encerrando o artigo.

Referencial teórico

Indústria Calçadista

A indústria do calçado é envolvida na fabricação de sapatos, sandálias, botas entre outros, de forma direta ou indireta com composições diversificadas em couro, sintético, borracha além de outros materiais (Passos & Kanamaru, 2011; Piccinini, 1995). As etapas principais da manufatura do calçado são divididas em setores, que podem ser trabalhados em linhas de produção ou células. Além disso, tais processos produtivos podem ser realizados

dentro da própria empresa ou em empresas terceirizadas (Corsi et al., 2013).

A organização industrial de uma empresa calçadista é normalmente formada pelos seguintes setores produtivos: (i) setor de modelagem: onde é realizado o planejamento e desenvolvimento do calçado; (ii) setor de corte: a partir de moldes, gabaritos e navalhas são cortados de forma manual ou em balancim as peças que dão forma aos materiais; (iii) setor de preparação e costura: é realizada a preparação manual do cabedal e costura com máquinas das partes superiores do calçado; (iv) setor de pré-fabricado: é

realizada a fabricação de solas e palmilhas; (v) setor de montagem e acabamento: conjunto de operações para unir cabedal parte superior do calçado com o solado parte inferior mais o processo final de revisão e limpeza.

Atualmente, as empresas da maioria dos setores buscam cada vez mais a modernização como diferencial estratégico para a permanência no mercado (Inhoff & Mortari, 2005; Santos, 2009). Dessa forma, é possível entender porque as empresas calçadistas também estão buscando diferenciais competitivos.

A terceirização de serviços é uma tendência atual como artifício, e a sua utilização está alinhada com a redução de custos e obtenção de melhores lucros (Nunes, 2009), os quais são inegavelmente importantes. Contudo, é necessário criar mecanismos para os padrões de Qualidade sejam mantidos nos produtos terceirizados entregues para a empresa focal (Freitas, 2002; Schimidt, 2011). Na indústria calçadista, em particular, as estratégias de terceirização de parte dos processos de produção são comumente adotadas visando redução de custos.

Ferramentas da Qualidade e Padronização de processos

Qualidade é um processo de melhoria contínua que implica em um processo sem fim repetitivo na busca da qualidade (Slack et al., 2009; Paladini, 1998). Qualidade sobre a ótica produtiva pode ser definida como sendo os processos realizados conforme deveriam ser, de maneira controlada (Junior & Filho, 2010; Machado,

2010). Porém, é necessário que a atividade de melhoria seja sistematicamente planejada (Santos et al., 2012).

Zen & Fracasso (2012) e Soares et al. (2011) descrevem para o mesmo conceito, como a competência de coordenar os recursos no cumprimento de tarefas e viabilizá-las de forma estratégica. Já Gonçalves (2011), Agostin Neto (2006) e da Cas et al. (2014) afirmam que a redução de problemas acontece de forma eficaz utilizando metodologias e ferramentas da qualidade para melhoria contínua.

Existem sete ferramentas consideradas básicas para a Gestão da Qualidade, as quais servem para auxiliar as empresas na identificação e em melhorias na qualidade dos processos (Viana et al., 2013; Trivellato, 2010). Tais ferramentas incluem o gráfico de pareto, diagrama de Ishikava, histograma, cartas de controle, diagrama de dispersão, fluxogramas e a lista de verificação. De acordo com Junior (2010) e Santos et al. (2012), a lista de verificação ou check list é um formulário com itens a serem verificados que auxiliam na solução de um problema. A utilização de fluxograma serve para identificar por meio de símbolos as origens do problema e o processo ordenado (Bergmann et al., 2012).

É através das metodologias que se encontram regras para justificar os melhores métodos de determinadas áreas e implantar padronização (Ribeiro et al., 2013; Oliveira et al., 2010). Espíndola (2011) e Guio (2006) definem a padronização como caminho seguro a produtividade e também como uma das metodologias

fundamentais para obtenção de confiança sendo a base da rotina de conseguir resultados esperados. Florêncio & Macedo (2012), e Mesquita & Vasconcelos (2009) interpretam a padronização dos processos como garantia do mapeamento dos processos, por meio de instruções operacionais.

Maiczuk & Júnior (2013) argumentam que metodologias estruturadas auxiliam no planejamento das ações que busca entendimento através de perguntas com objetivo, causas do problema, prazo, responsabilidades e recursos. Nessa linha

METODOLOGÍA

Esse estudo examinou e melhorou as atividades de um setor de recebimento de produtos pré-fabricados por empresas terceirizados em uma empresa calçadista. Esta pesquisa caracteriza-se, portanto, como sendo de natureza aplicada. Pesquisas aplicadas são aquelas que têm por objetivo gerar conhecimentos de aplicação de soluções de problemas específicos do mundo real. Esse estudo possui abordagem qualitativa, em que o pesquisador procura um maior entendimento sobre o tema sem a necessidade de quantificar dados de maneira estatística (Zanella, 2013). Os objetivos dessa pesquisa são exploratórios (Oliveira, 2010) e apresentam menor rigidez no planejamento de forma que se tenha uma visão geral.

Quanto aos métodos de investigação, optou-se nessa pesquisa pelo estudo de caso único. A coleta de dados foi realizada

de raciocínio, essa pesquisa também adotou a utilização de cronograma e da árvore das causas. Além disso, outra metodologia importante para se obter melhor desempenho de qualidade e padronização é por meio de seções de Brainstorming. Tal método seletivo de ideias encoraja a participação de todos promovendo o desenvolvimento criativo e a identificação de oportunidades de melhoria (Bezerra et al., 2012). A seção seguinte apresenta as metodologias adotada para atender aos objetivos da pesquisa.

por meio de relatórios gerenciais a fim de obter informações em relação ao estudo. A pesquisa foi conduzida no setor de recebimento de calçados pré-fabricado de uma empresa do ramo calçadista situada no Vale do Paranhana no sul do Brasil. O foco produtivo da empresa examinada está na linha de sapatos femininos, a qual possui uma produção diária média de 9 mil pares dia e atuação de vendas para o mercado nacional e internacional. A empresa em estudo possui os setores internos administrativos e setores de produção. Já os setores de costura e pré-fabricados, por exemplo, são terceirizados com empresas parceiras da região, denominada de ateliers.

As empresas calçadistas da região tradicionalmente subcontratam serviços de pré-fabricados, responsáveis por produzir a parte inferior do calçado, a qual é composta por palmilhas, solas e pela

palmilha interna. Esse serviço é repassado para ateliers de micro, pequeno e médio porte de acordo com a sua especialização produtiva. O processo de terceirização consiste na transferência de execução de tarefas que não sejam vantagem de execução interna, seja por custo ou benefício (Inhoff & Mortari, 2005).

O setor de recebimento de pré-fabricado da empresa é responsável por dar suporte aos ateliers na produção e entrega de calçados pré-fabricados. O setor possui funcionários responsáveis por enviar e receber materiais aos ateliers. Após prontos, os calçados pré-fabricados são direcionados para centro de distribuição com os demais componentes do calçado e cabedal para iniciar a produção final. Os métodos utilizados na presente pesquisa estão alinhados com a proposição de Maiksuk & Junior (2013), e Tribellato (2010) sobre ferramentas e métodos da Gestão da Qualidade.

Para iniciar a coleta de dados, ao longo do período de análise, foram realizadas sucessivas reuniões a fim de obter apoio gerencial e identificar sugestões de melhorias a partir de seções de Brainstorming. A partir da participação dos pesquisadores, do Gerente Geral da empresa e do funcionário Líder do Setor de pré-fabricados da empresa, foi possível estabelecer critérios de avaliação da qualidade no setor, identificação de possíveis melhorias a ser executadas. Esse

estudo foi focado em elaborar uma metodologia padronizada que minimizasse problemas diários, e reduzisse erros que implicam em custos. A equipe de apoio para esse projeto foi composta principalmente por um líder pesquisador, um colaborador responsável pela descarga, um colaborador responsável pelo recebimento dos produtos dos ateliers, e um colaborador responsável pela revisão da qualidade e quantidade de componentes produzidos.

As atividades de rotinas administrativas do setor de pré-fabricados na empresa historicamente eram centralizadas em apenas um colaborador. Como consequência, a forma de realizar as rotinas administrativas além de não serem compartilhadas para gerar conhecimento aos demais funcionários, também geravam sobrecarga de trabalho para esse colaborador. As principais rotinas administrativas atividades incluem emitir notas fiscais de venda, transportes, empréstimo e beneficiamento para terceirizados, devoluções e notas triangulares de terceirizados e fornecedor, enviar e receber materiais de pré-fabricado, atendimento de telefone e e-mail, relatórios de materiais e produção, relatórios de não conformidades, requisições internas e externas para fornecedor, solicitação de retrabalhos, elaboração planilhas e atualização de lista de atividades por funcionário.

RESULTADOS

Durante o processo de intervenção na empresa foram desenvolvidos e implementados procedimentos operacionais padronizados das atividades consideradas críticas para o setor de pré-fabricados. Esse estudo contemplou duas atividades mais relevantes para o setor. Inicialmente, foi possível verificar sobrecarga de algumas atividades direcionadas apenas a um colaborador. Portanto, foi sugerido pelo pesquisador a utilização diária de um cronograma com atividades realizadas semanalmente para seguir as tarefas sem interrupções e garantir que aconteçam no tempo certo, evitando assim problemas já ocorridos no passado.

A data de programação do cronograma implantado foi estipulada de acordo com as semanas do calendário (Quadro 1). Cada programação de lote de calçados possui o seu respectivo número da semana e uma respectiva cor definida como padrão repetitivo (azul, amarelo, cinza, verde, rosa e branco) para garantir o ciclo de produção. Foi constatada também a elevada quantidade de notas fiscais com dados (como por exemplo, quantidade e tipo de calçados pré-fabricados) divergentes dos recibos entregues pelos atelieres terceirizados. Nesse caso, para a identificação das causas foi utilizada a ferramenta de árvore de falhas (Figura 3).

Quadro 1. Cronograma de atividades de rotina implementado

CRONOGRAMA DIÁRIO DE ATIVIDADES DE ROTINA							
Semana		34		35		36	
Cor		Cinza	Verde	Rosa	Branco	Azul	Amarelo
ATIVIDADES	1. Separar talões, rótulos e etiquetas	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	2. Enviar programação atelieres de palmilha	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	3. Enviar programação atelieres palmilha interna	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	4. Enviar programação para os atelieres de sola	✓	✓	✓	✓	✓	
	5. Emitir notas fiscais	✓	✓	✓	✓	✓	
	6. Cobrar dos terceirizados notas triangulares de fornecedor	✓	✓	✓	✓		
	7. Solicitar notas pendentes de recibo	✓	✓	✓	✓		
	8. Verificar riscadores para atelieres	✓	✓	✓	✓		
	9. Solicitar materiais de uso interno	✓	✓	✓	✓		
	10. Gerar requisições ao fornecedor	✓	✓	✓	✓		
	11. Gerar relatório de não-conformidades contra fornecedor	✓	✓	✓	✓		
	12. Gerar relatórios de retrabalhos	✓	✓	✓	✓		
	13. Receber materiais produzidos dos atelieres	✓	✓	✓	✓		
	14. Lançar produção dos erros de leitura no relatório	✓	✓	✓	✓		
	15. Verificar peculiaridades e classificar como importante	✓	✓	✓	✓		
	16. Revisar produção recebida	✓	✓	✓	✓		
	17. Incluir no sistema de BI alterações e modificações realizadas	✓	✓	✓	✓		
Situação		Finalizado	Finalizado	Finalizado	Finalizado	Pendente	Pendente

Conforme observado no Quadro 1, é possível verificar que até a semana 35 quatro cores de programações foram concluídas. Com a implantação do cronograma de controle da rotina foi possível obter um melhor controle das atividades de recebimento junto ao Líder do setor. Com isso, o cronograma pode auxiliar para que não ocorressem atrasos nas atividades internas que pudessem interferir no andamento dos processos nos ateliers. O cronograma contribuiu para que as atividades se repetissem na ordem

correta da programação dos pedidos enviados para os ateliers terceirizados resultando na redução de imprevistos diários. Adicionalmente, foram criados formulários de check-lists (Quadro 3) de qualidade para avaliar a qualidade da entrega de produção de pré-fabricados de cada atelier, junto ao Líder do setor e ao Gerente Geral da unidade. Como resultado da implantação de *check-lists* de qualidade, foi possível mensurar e definir critérios como qualidade, prazo de entrega e produção (Quadro 2).

Quadro 2. *Crítérios de avaliação estabelecidos pela empresa*

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE		
Características de Qualidade do pré-fabricado	Regular	Defeitos e retrabalho
	Bom	Sapato entregue dentro dos critérios estabelecidos
	Ótimo	Qualidade superior à estabelecida
Prazo de Entrega do pré-fabricado	Regular	Defeitos e retrabalho
	Bom	Sapato entregue dentro dos critérios estabelecidos
	Ótimo	Qualidade superior à estabelecida
Produção do pré-fabricado	Regular	Defeitos e retrabalho
	Bom	Sapato entregue dentro dos critérios estabelecidos
	Ótimo	Qualidade superior à estabelecida

O Quadro 2 implementado foi útil para informar o roteiro diário sem ter necessidade de investigar externamente no atelier e poder ser faturado pelo total de horas correto. Estes critérios de avaliação passaram a ser avaliados e marcados no check-list implementado (Quadro 3) de acordo com cada pedido enviado pelo atelier que atendia aos padrões (Regular, Bom e Ótimo). O Quadro 3 demonstra as

anotações registradas para realizar o acompanhamento dos ateliers terceirizados. A implantação desse modelo de check-list contribuiu para reduzir o histórico de problemas conforme com os critérios exemplificados. Ao final do dia, alguns talões de pedidos passaram a ser revisados por amostragem para avaliar a qualidade, quantidade produzida e o prazo de entrega do serviço.

Quadro 3. Exemplo de check-list para acompanhamento dos ateliers terceirizados

CHECK LIST PARA ACOMPANHAMENTO									
Atelier A	15/agosto			16/ agosto			17/ agosto		
	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo
Qualidade		✓			✓			✓	
Prazo entrega	✓				✓		✓		
Produção	✓			✓			✓		
Observação									
Atelier B	15/agosto			16/agosto			17/ agosto		
	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo
Qualidade		✓		✓				✓	
Prazo entrega		✓		✓			✓		
Produção	✓				✓			✓	
Observação									
Atelier C	15/ agosto			16/ agosto			17/ agosto		
	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo	Regular	Bom	Ótimo
Qualidade	✓			✓				✓	
Prazo entrega		✓			✓		✓		
Produção		✓			✓			✓	
Observação									

Além disso, junto com o colaborador responsável por monitorar a qualidade nos processos e entrega da produção dos ateliers do segmento de sola e palmilha, também foi elaborado e implementado o fluxograma do novo processo que deve ser realizado pelas empresas terceirizadas (Figura 1).

Na atividade de recebimento de material é necessário gerar um recibo do valor a ser pago ao atelier com dados gerais comprovando a entrega do produto. Após essa etapa, o recibo é conferido com a nota fiscal do material a fim de confirmar os valores e quantidades para posteriormente ser encaminhado ao setor fiscal da empresa focal (gerar recibo para terceirizado). Essa operação é realizada na tela do programa

Enterprise Resource Planning (ERP) da empresa apresentado a seguir (Figura 2).

Nessa etapa é feita a conferência da nota com recibo e então é encaminhado via e-mail ao atelier para que seja emitida a nota fiscal. Para informações gerais caso o produto recebido não esteja dentro dos critérios de avaliação estabelecidos, a nota fiscal deve ser cancelada e gerado conforme o recibo da empresa. A informação de cancelamento deve ser realizada via e-mail para responsável que emite a nota fiscal, pois normalmente a entrega é realizada pelo motorista do atelier.

A atividade de gerar relatórios de não conformidades na empresa é direcionada apenas para fornecedores que não seguem os padrões estabelecidos de qualidade com a empresa.

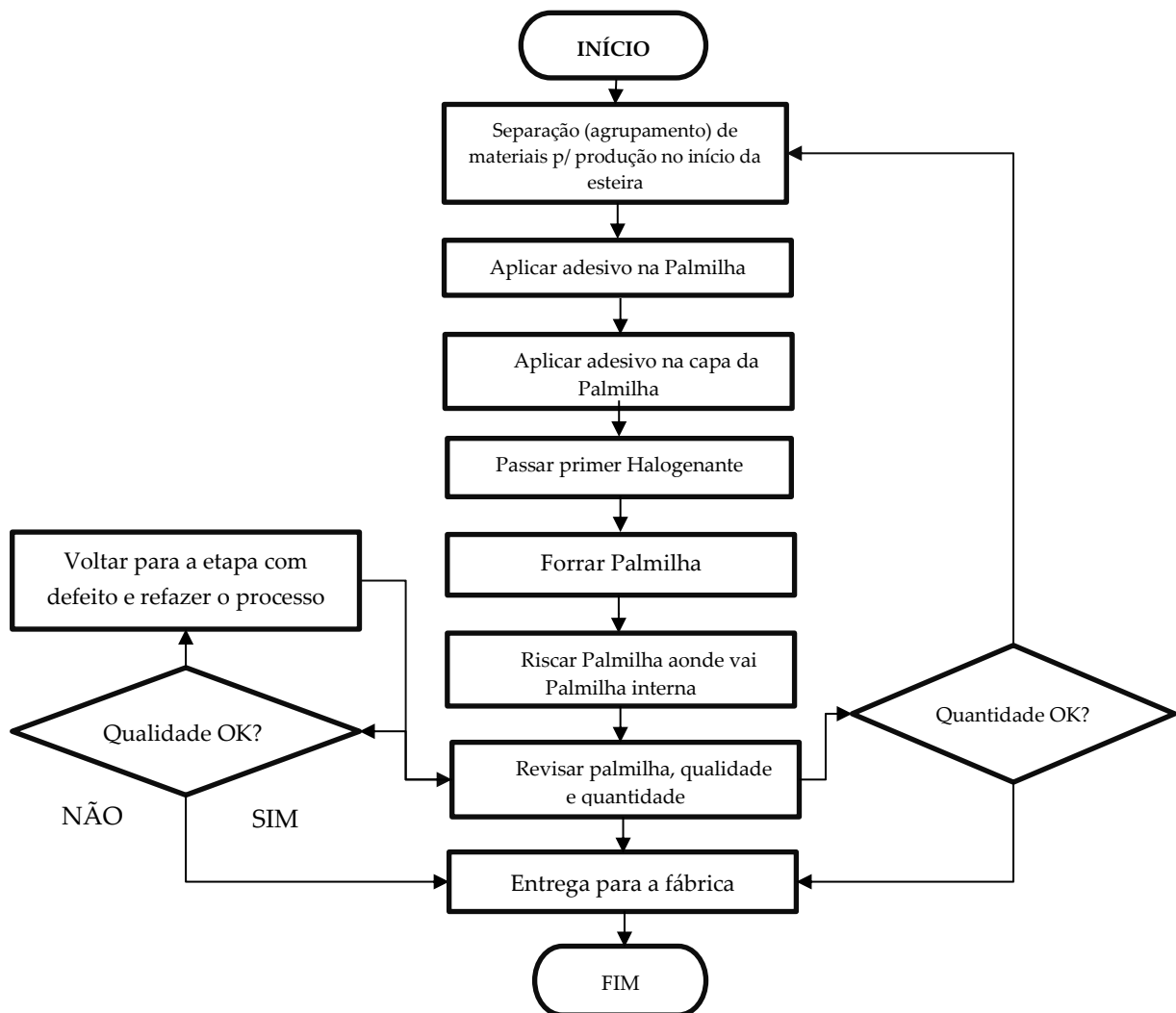


Figura 1. Fluxograma - Forração de palmilha pelo atelier terceirizado do setor pré-fabricado

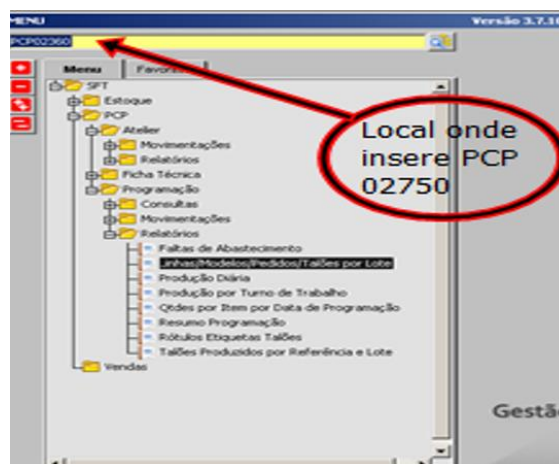


Figura 2. Tela do ERP da empresa é inserido o código para gerar o recibo

O atelier informa ao setor da fábrica solicitando suporte, e após é feito registro no formulário com as causas do problema e quantidade para cobrar uma possível ação de melhoria proposta. O relatório padrão de não conformidade fica disponível no software ERP da empresa na aba ficha de avaliação de desempenho. Para realizar essa etapa, deve-se consultar o número do lote para conferir fornecedor, a ordem de compra, número do lote, fornecedor e motivo; em seguida é gerado o relatório de não-conformidade e encaminhado via e-mail para o setor de Compras com cópia para o funcionário Líder do setor de Pré-Fabricado.

Para as notas fiscais com divergências emitidas pelo atelieres terceirizados, foram definidas as possíveis causas de problemas recorrentes e listadas com propósito de poder resolvê-las: não gerar relatório (romaneio), falta de conhecimento por parte do responsável por emitir nota fiscal eletrônica, treinamento inadequado/falta de instrução, erro de cadastro item pelo setor de Ficha Técnica, duplicidade/falta de itens, preço acima ou abaixo do estabelecido pelo setor de Custos da empresa e falta de procedimento padrão. Além disso, foi criada a árvore das causas no sentido de obter um método de análise com múltiplos fatores (Figura 3).

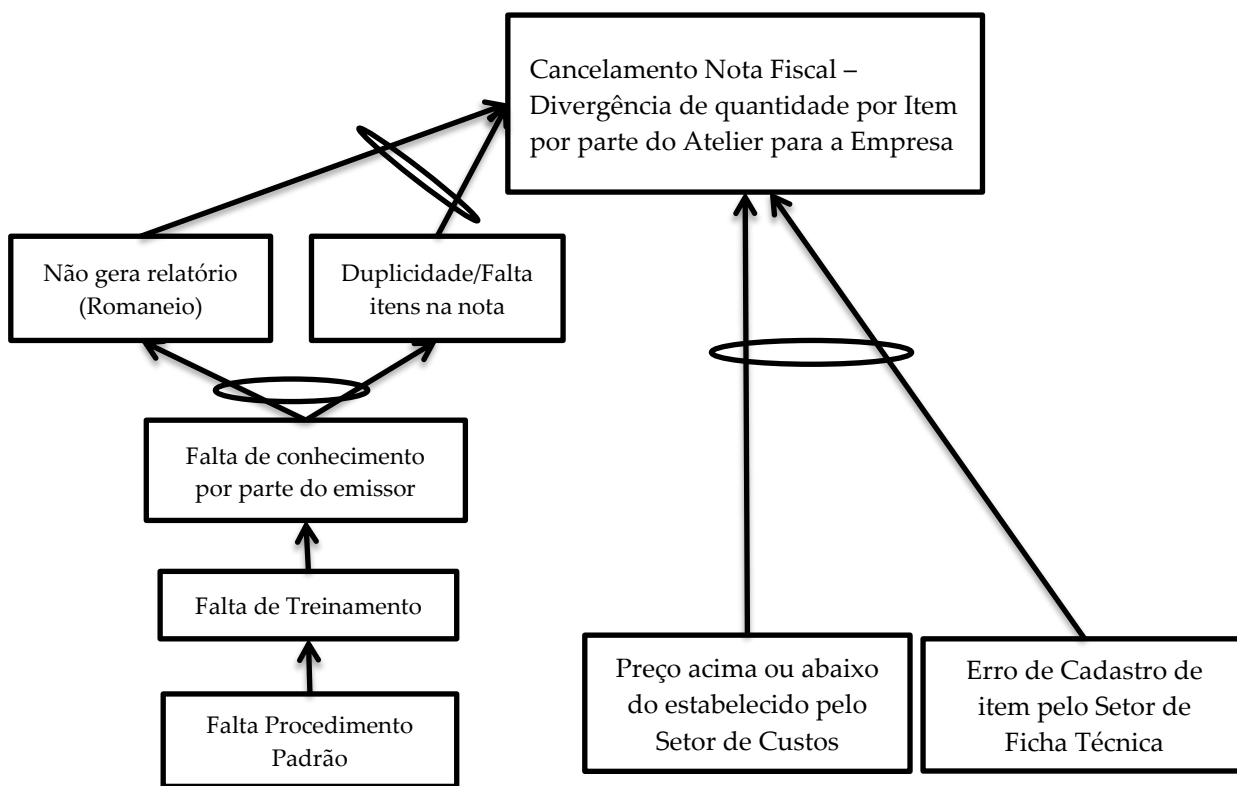


Figura 3. Árvore da Realidade Atual

Tabela 1. *Análise comparativa de evolução das divergências*

Indicador	Quantidade Total	Primeira semana (Quantidade cancelada)	Terceira Semana (Quantidade cancelada)
Notas	103	27	17
Atividades em geral	17	7	0
Indicador	Quantidade total de Ateliers	Primeira Semana (Quantidade Atelier)	Terceira Semana (Quantidade Atelier)
Qualidade da entrega atelier Ótimo	13	3	6
Qualidade da entrega atelier Bom	13	6	6
Qualidade da entrega atelier Regular	13	4	1
Produção entregue Ótimo	13	6	7
Produção entregue Bom	13	5	6
Produção entregue Regular	13	2	0
Prazo de entrega Ótimo	13	5	9
Prazo de entrega Bom	13	6	4
Prazo de entrega Regular	13	2	0

A árvore da realidade atual dos efeitos indesejáveis ou falhas, retrata os eventos que acontecem nos processos através de relações de causa e efeito. É possível verificar as causas raízes do problema para obter sugestões de melhoria. Foi verificado que o maior problema em relação às notas fiscais se dá pela falta de um procedimento padrão. Então, foi reforçado com os ateliers para realizar as etapas das notas conforme o novo procedimento implementado, conforme discutido anteriormente. Como consequência, foi possível reduzir 30% das divergências nas notas fiscais recebidas em relação à situação anterior. Abaixo segue quadro 4 com os resultados obtidos do que foi melhorado.

A Tabela 1 apresenta de maneira resumida o resultado inicial (diferença entre primeira e terceira semana) do controle que foi implementado com o intuito de diminuir os problemas. Entre a primeira semana e a última foi realizado o rastreamento com objetivo de acompanhar o andamento e impacto das metodologias e ferramentas implantadas se estavam sendo eficazes. A Figura 4 a seguir sintetiza esses principais resultados verificados.

Na Figura 4 é apresentada a análise comparativa entre a primeira e a terceira semana analisada. É possível identificar uma tendência de redução quanto ao número de problemas. O resumo desse comparativo para o período analisado é sumarizado no Quadro 5 a seguir.

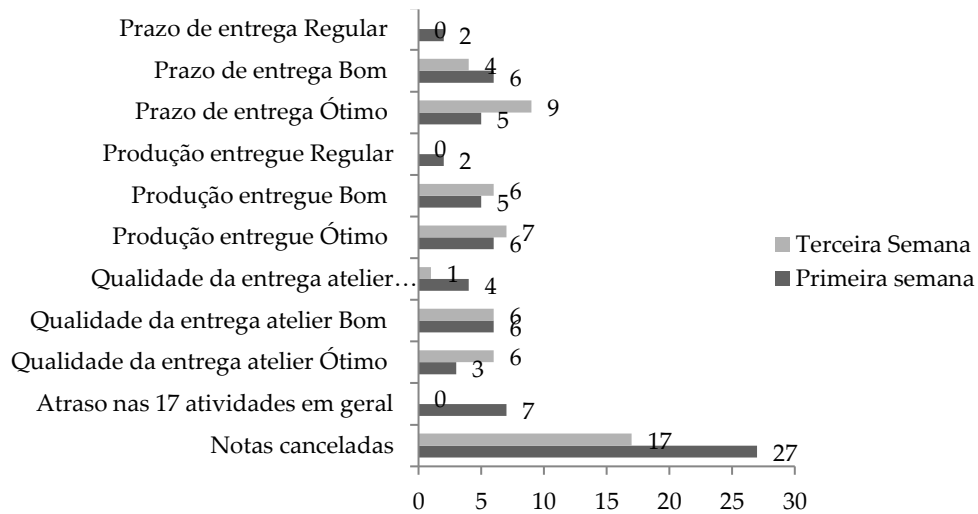


Figura 4. Indicador de comparação por quantidade

Tabela 2. Indicadores de comparação

Indicador medido	Primeira semana	Terceira Semana	Diferença
Notas fiscais canceladas	27	17	37%
Atraso nas 17 atividades principais do cronograma do setor	7	0	100%
Padrão de Qualidade classificado como Ótimo de 13 ateliers	3	6	46%
Entrega classificada como Ótimo de 13 ateliers	6	7	54%
Prazo Entrega classificado como Ótimo de 13 ateliers	5	9	69%

Analisando a Tabela 2 é possível observar que houve uma redução mínima de 37% dos problemas nas atividades relacionadas ao recebimento de notas, como resultado da padronização sugerida no processo de emissão de notas fiscais pelo atelier. Foi observado que os índices de qualidade dos produtos entregues pelos ateliers melhoraram em torno de 46%. Isso ocorreu pois através do *check-list* implementado foi possível fazer o

acompanhamento e conseqüentemente ajustar os erros. Similarmente, observou-se melhoria no índice de entrega dos pedidos dentro do prazo previsto em 54% e 69%. Os resultados alcançados sugerem que a implantação das ferramentas de qualidade e metodologias de padronização foram satisfatórias nesse primeiro ciclo de melhoria contínua implantado no setor de recebimento de pré-fabricado de calçados.

DISCUSSÃO

Nesse estudo, foram aplicadas algumas metodologias e ferramentas de Gestão da Qualidade no setor de recebimento de pré-

fabricado de uma empresa calçadista. Através das observações in loco e em conversas com os gestores da empresa foi constatado que a padronização contribui para evitar eventuais falhas e retrabalhos

no setor recebimento de calçados femininos pré-fabricados. Não foram utilizadas ferramentas da Qualidade com carácter quantitativo. Todavia, foram implementadas metodologias e documentos considerados adequados aos problemas da empresa.

Os resultados observados durante o período analisado da pesquisa indicam que os objetivos do estudo foram atendidos satisfatoriamente. Foi possível analisar os pontos críticos do setor e sugerir ações de melhorias. Ao longo do processo de execução e implantação na empresa, as ações definidas previamente foram sucessivamente submetidas para validação e revisão pela equipe de implantação - com apoio da gerência - para obter o melhor modo de realização.

A observação direta participante dos pesquisadores e os relatórios/gráficos de monitoramento implementados, indicaram uma melhoria satisfatória para o período analisado. Foi possível perceber que os desvios das atividades estavam ocorrendo pela falta de padronização de formulários, falta de ordenação de tarefas prioritárias. Assim, foi verificado in loco que, em algumas vezes durante a semana, o colaborador necessitava permanecer trabalhando em hora extra após o expediente para terminar as tarefas pendentes, gerando custos adicionais para a empresa.

Baseados no contexto da empresa, foram sugeridas algumas ferramentas da Qualidade que resultaram em ações corretivas para as rotinas e na implantação

de um procedimento padrão. Assim, a reduziu-se a dificuldade associada com a falta de treinamento dos processos e falta de compartilhamento de conhecimento entre funcionários do setor de recebimento de pré-fabricado.

Os achados obtidos com a pesquisa indicam que o presente artigo é útil para as empresas calçadistas na medida em que fornece sugestões de melhoria com base na pesquisa bibliográfica dando sustentação a pesquisa empírica. Portanto, outras empresas do setor calçadistas podem se beneficiar dessa pesquisa e das suas conclusões. A fim de aumentar o compartilhamento de conhecimento sobre os processos do setor, foi possível estabelecer melhores métodos e, conseqüentemente, obter redução de tempo e custos associados a mão de obra em tarefas diárias.

Assim sendo, foi possível examinar que os resultados corroboram estudos semelhantes da literatura (Junior & Filho, 2010), que indicam que ações de melhoria são possíveis de serem aplicadas no dia a dia de pequenas empresas. Como por exemplo, a ferramenta de Brainstorming que prioriza o envolvimento dos funcionários (Viana et al., 2013).

A partir dos resultados obtidos, é possível recomendar para empresas com processos semelhantes aos processos da empresa analisada que, treinamentos, controle e verificação de processos são elementos fundamentais para garantir a qualidade de produtos enviados por empresas terceirizadas. Na presente pesquisa, foi

necessário realizar um processo de conscientização com os funcionários e com o Gerente Geral da empresa para as iniciativas implantadas ao longo desse projeto não fossem descontinuadas.

As principais limitações observadas durante a pesquisa estão relacionadas a fatores de cultura organizacional onde foram verificadas lacunas em conhecimentos explícitos (Florêncio & Macedo, 2012). Um exemplo que evidencia a baixa cultura organizacional da empresa sobre metodologias de Gestão da Qualidade, foi observado nos comentários feitos pelos funcionários durante a pesquisa quanto à burocratização da empresa.

CONCLUSÕES

O principal objetivo do estudo foi analisar e melhorar os processos e as atividades do setor de recebimento de produtos pré-fabricados por empresas terceirizadas. A análise foi conduzida através de um estudo de caso único em uma empresa do setor calçadista feminino brasileira. De uma maneira geral, os resultados obtidos permitiram concluir que através da utilização prática das ferramentas da Qualidade na rotina da empresa, novos procedimentos padronizados foram implantados para melhoria de produtividade. Dentre os principais resultados verificados, obteve-se redução de tempo de entrega de produtos dos ateliers terceirizados para a empresa focal, e a implementação das rotinas de melhoria

Além disso, ao longo da pesquisa foi observado a inexistência de uma política da qualidade ou modelo único de implantação das ferramentas da Qualidade que atenda a todas as empresas. Logo, a implantação das ferramentas da Qualidade deve ser customizada para o contexto de cada empresa analisada. Por fim, para melhorar a padronização dos processos nos ateliers terceirizados, reforçou-se a ideia de padronização para os processos de produção de solas e palmilhas. Os resultados obtidos revelaram pontos positivos resultantes das metodologias de padronização implementadas.

da qualidade nas atividades do setor de produtos pré-fabricados.

Além disso, foi possível observar que os principais resultados da pesquisa observados na empresa estão relacionados com a melhoria da organização do setor de produtos pré-fabricados, sistematização da solução de problemas que surgem durante a rotina de trabalho do setor, e a sensibilização por parte dos funcionários do setor sobre os atributos que impactam na qualidade dos produtos e na produtividade da empresa. Assim, foi possível concluir que o objetivo central proposto no início desse estudo foi atingido de maneira satisfatória. Em suma, foi possível identificar ao longo do estudo e da verificação dos resultados que as melhorias

executadas baseadas em ferramentas da Qualidade com ênfase na padronização dos processos, geraram redução de custos e redução de problemas relacionados à qualidade dos produtos e processos. Contudo, é sabido que normalmente as empresas do setor calçadista – devido à baixa maturidade e cultura do setor calçadista em metodologias de melhoria contínua de processos quando comparados, por exemplo, com o setor automotivo – enfrentam dificuldades em implantar novos procedimentos e metodologias de melhoria contínua. Em particular, tais dificuldades ocorrem em

processos organizacionais que dependem diretamente da atitude e comportamentos dos funcionários, os quais tradicionalmente possuem baixo nível de qualificação e instrução. Tais dificuldades também foram observadas durante os primeiros meses de realização do projeto na empresa. Por outro lado, a velocidade e complexidade do contexto de negócios dos dias de hoje – e principalmente no setor calçadista ameaçado constantemente pelos competidores asiáticos – exige que resistências internas sejam imediatamente ultrapassadas para se alcançar o desempenho organizacional esperado.

REFERÊNCIAS

- Agostin Neto, S. J. (2006). *Sistematização do processo de desenvolvimento de produtos, melhoria contínua e desempenho: O caso de uma empresa de autopeças* (Dissertação de Mestrado). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Bachega, S. J. & Godinho Filho, M. (2011). Identificação de foco estratégico e de consistência entre fins e meios em empresas calçadistas do Estado de São Paulo. *Gestão & Produção*, 18(2), 391-408.
<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2011000200013>
- Bergmann, N., Scheunemann, R. & Polascinski, E. (2012). Ferramentas da qualidade: Definição de fluxogramas para confecção de jalecos industriais. *Anais: SIEF 2ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR*, Horizontina, RS, Brazil.
- Bezerra, C. T. T., Carvalho S. V. P. M., Carvalho, M. I. Peres, M. O. W. & Barros, O. K. (2012). Aplicação das ferramentas da qualidade para diagnóstico de melhorias numa empresa de comércio de materiais elétricos. *Anais: ENEGEP XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Bento Gonçalves, RS, Brazil.
- Chae, H., Kim, S., Lee, J. & Park, K. (2020). Impact of product characteristics of limited edition shoes on perceived value, brand trust, and purchase intention; focused on the scarcity message frequency. *Journal of Business Research*, 120, 398-406.
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.040>
- Corsi, R. M., Salomão, S., Cotian, P. F. L., Souza, B.A. & Paula, M. L. (2013). Terceirização de serviços do setor calçadista: Uma análise de bancas de pesponto. *Anais: ENEGEP – XXXIII Encontro Nacional da Engenharia de Produção*, Salvador, BA, Brazil.
http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_stp_183_045_23187.pdf
- da Cas, F., da Silva, M.G., Luz, D.F. & Pacheco, D.A.J. (2014). Implicações da redução de setup na produtividade da indústria farmacêutica. *Innovation, Technology and Management Journal*, 5(1), 1764-1779.

<https://doi.org/10.7198/geintec.v5i1.431>

de Jesus Pacheco, ten Caten, C. S., Navas, H. V.G., Jung, C.F., Cruz-Machado, V. A. & Lopes, G.H.N. (2016). Systematic Eco-innovation in Lean PSS Environment: An Integrated Model. *Procedia CIRP*, 47, 466-471.

<https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.211>

de Jesus Pacheco, D. A. (2015). TOC, lean and six sigma: The missing link to increase productivity? *African Journal of Business Management*, 9(12), 513 - 520.

<https://doi.org/10.5897/AJBM2014.7672>

Deidrich, H. (2002). *Utilização de conceitos do sistema Toyota de produção na melhoria de um processo de fabricação de calçados*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia. Dissertação de Mestrado.

Demo, P. (2004). *Pesquisa e informação qualitativa*. 2. ed. Campinas: Papirus, 135p.

Espíndola, L. N. C.S. (2011). *Padronização de processos administrativos para melhoria contínua em uma empresa de serviços*. Universidade Federal de Pernambuco. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção.

Fernandes, F. C. F., Gracia, E., Silva, F. M. da, & Godinho Filho, M. (2012). Proposta de um método para atingir a manufatura responsiva na indústria de calçados: implantação e avaliação por meio de uma pesquisa-ação. *Gestão & Produção*, 19 (3), 509-529.

<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2012000300006>

Florêncio, S. C. & Macedo, M. H. A. (2012). A metodologia de implantação da padronização em uma indústria calçadista no interior do Ceará. *Anais: V Encontro de Pesquisa e Extensão da Faculdade Luciano Feijão*, Sobral, CE, Brazil.

Freitas, L. D. C. (2002). *Os Parâmetros de Qualidade da Indústria Calçadista: Uma investigação da sua validade a partir do estudo de caso da Calçados Zapata S.A.* Fundação Getúlio Vargas: Escola Brasileira de Administração Pública. Dissertação de Mestrado.

Gonçalves, V. F. L. (2011). A redução de problemas de qualidade através da utilização do método ciclo PDCA: Um estudo de caso na indústria cosmética. *Anais: VII LATEC - VII Congresso Nacional em Excelência e Gestão*, RJ, Brazil.

Guio, P. M. L. (2006). *A padronização das rotinas administrativas rumo à certificação de qualidade – O caso Rochaz Indústria e Comércio LTDA*. Viçosa MG – Universidade Federal de Viçosa.

Inhoff, M. M. & Martori, P. A. (2005). Terceirização, vantagens e desvantagens das empresas. *REC – Revista Eletrônica de Contabilidade*, 2(3), 82-94.

<https://doi.org/10.5902/198109466219>

Junior, C. L. R. & Filho, Z. H. (2010). Análise e propostas de melhorias visando a qualidade no processo de produção de sandálias de borracha. *Anais: ENEGEP, XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, São Carlos, SP, Brazil.

Junior, F. M. C. C. (2010). Aplicação da ferramenta da qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para reutilização dos resíduos sólidos de coco verde. *Revista INGEPRO, Inovação Gestão e Produção*, 2 (9), 104-112. http://ingepro.com.br/Publ_2010/Set/307-836-1-PB.pdf

Lohmann, M., Anzanello, M. J., Fogliatto, F.S. & da Silveira, G. C. (2020). Grouping workers with similar learning profiles in mass customization production lines. *Computers & Industrial Engineering*, 131, 542-551.

<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.03.012>

Machado, J. F. (2010). *Método Estatístico: Gestão de Qualidade para Melhoria Contínua*. São Paulo: Saraiva.

Maiczuk, J. & Júnior, A. P. P. (2013). Aplicação de ferramentas de melhoria de qualidade e produtividade nos processos produtivos: Um

- estudo de caso. *Qualitas Revista Eletrônica*, 14 (1), 1-14.
<http://dx.doi.org/10.18391/qualitas.v14i1.1599>
- Mesquita, M. A.; Vasconcelos, C. S. D. (2009). Utilização do Ciclo PDCA e das Ferramentas da Qualidade na Elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP). *Anais: XVI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção*. Bauru, SP, Brazil.
- Mustafid, N. A., Karimariza, S. A. & Jie, F. (2018). Supply Chain Agility Information Systems with Key Factors for Fashion Industry Competitiveness. *International Journal of Agile Systems and Management*, 11 (1), 1 – 22.
<http://dx.doi.org/10.1504/IJASM.2018.091352>
- Neuhaus, C. A., Da Silva, M. G. & Pacheco, D. A. De J. (2014). Implicações de Manufacturing Execution Systems na gestão da qualidade industrial. *Innovation, Technology and Management Journal*, 4 (5), 1489–1500.
<https://doi.org/10.7198/geintec.v4i5.432>
- Nunes, A. M. S. (2009). *Terceirização de serviços contábeis: Um estudo de caso na Tropical Calçados*. Faculdade de Ciências Contábeis e Administração do Vale de Juruena.
- Oliveira, J.A. et al. (2011). Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo. *Production*, 21 (4), 708-723.
<https://doi.org/10.1590/S0103-65132011005000044>
- Paladini, P. E. (1998). As bases históricas da gestão da qualidade: A abordagem clássica da administração e seu impacto na moderna gestão da qualidade. *Gestão e Produção*, 5 (3), 168-186.
<https://doi.org/10.1590/S0104-530X1998000300002>
- Passos, T. V. & Kanamaru, T. A. (2012). História do calçado: Uma trajetória de design e ergonomia. *Anais: VIII Congresso Colóquio da Moda, 5º Congresso Internacional*, SP, Brazil.
- Pereira, G. M., Sellito, M. A. & Borchardt, M. (2010). Changes in Competition Factors in the Export Footwear Industry Due to the Entry of Asian Competitors. *Production*, 20 (2), 149-159.
<https://doi.org/10.1590/S0103-65132010005000022>
- Pergher, I., Frej, E.A., Roselli, L. R. P., & Almeida, A. T. (2020). Integrating simulation and FITradeoff method for scheduling rules selection in job-shop production systems. *International Journal of Production Economics*, 227, 107669. [HTTP://DX.DOI.ORG/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107669](http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107669)
- Piccinini, C. V. (1995). Mudanças na indústria calçadista brasileira: novas tecnologias e globalização do mercado. *Read – Revista Eletrônica de Administração*, 1 (1), 45-58.
<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/19401>
- Ribeiro, S. A., Silva, F., Frutuoso, F. I., Guimarães, C. C. J., Palhano, G. S. & Osawa, T. L.J. (2013). Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de padronização de métodos gerenciais, *Revista Ampla de Gestão Empresarial*, 2 (2), 83-96.
- Schmidt, S. (2011). Mudanças estratégicas das empresas calçadistas do Vale do Rio dos Sinos. *Organizações & Sociedade*, 18 (58), 371-388.
<https://doi.org/10.1590/S1984-92302011000300002>
- Slack, N. et al. (2009). *Administração da Produção*. 1. Ed. – São Paulo: Atlas.
- Santos, S. O., Pereira, S. C. J. & Okano, T. M. (2012). A implantação da ferramenta da qualidade MASP para melhoria contínua em uma indústria Vidreira. *Anais: XV SIMPOI – Simpósio de Administração da Produção*, 2012, Barueri, SP, Brazil.
- Santos, P. J. (2009). *Desenvolvimento de um sistema de acabamento de solas para indústria do calçado*. Faculdade de Engenharia da

Universidade do Porto. Dissertação de Mestrado.

Soares, M. M., Barbosa, S. R., Oliveria, S. A. W., Macedo, P. P. & Duarte, C. L. L. (2011). Análise de um sistema de produção em uma empresa calçadista: O caso das Alpargatas S.A. *Anais: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Belo Horizonte, MG, Brazil.

Trivellato, A. A. (2010). *Aplicação das sete ferramentas básicas da qualidade no ciclo PDCA para melhoria contínua: Um estudo de caso numa empresa de autopeças*. Universidade de São Paulo, Engenharia em São Carlos.

Viana, S. A., Silva, B. D., Mucha, J. & Polascinski, E. (2013). Ferramentas da qualidade: Proposta de melhorar resultados em uma empresa especializada em tecnologia da informação. *Anais: SIEF, 3ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR*, Horizontina, RS, Brazil.

Zen, C. A. & Fracasso, M. E. (2012). Recursos, competências e capacidade de inovação: Um estudo de múltiplos caso na indústria eletrônica no Rio Grande do Sul. *Revista de Administração e Inovação*, 9 (4), 177-201. <https://doi.org/10.5773/rai.v9i4.877>

Autores

Diego Augusto de Jesus Pacheco. Aarhus University, School of Business and Social Sciences (Aarhus BSS), Department of Business Development and Technology (BTECH), Herning, Denmark. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Departamento de Engenharia de Produção, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4453-7216>

Email: profdajp@gmail.com

Edna Palhano Cristo. Faculdades Integradas de Taquara – Faccat, Departamento de Engenharia de Produção, Taquara, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5756-1197>

Email: edna.palhanocristo@gmail.com

Recibido: 25-10-2020

Aceptado: 05-12-2020

Planeación estratégica del sistema de producción de camarón blanco en la bahía de Jitzamuri, México

Strategic planning of white shrimp production system in Jitzamuri Bay, Mexico

José Alfredo Fabela Ceceña, Darío Fuentes Guevara, Linda García Rodríguez

Palabras clave: planificación estratégica, eficiencia, desempeño, modelo de planificación, estrategia

Key words: strategic plan, efficiency, performance, planning model, strategy

RESUMEN

Dentro del sector productor acuícola en Sinaloa, México, existen cooperativas pesqueras que se han empeñado en continuar con la implementación de sistemas de producción ineficientes de animales marinos, como consecuencia de la resistencia al cambio. Dichos sistemas prescinden de análisis estratégicos que les brinden información para la toma de decisiones. Actualmente, se reporta poca información acerca de planeación estratégica en este contexto, solo hay estadística que muestra el exponencial crecimiento de los sistemas de producción acuícola y la pesca tradicional. El objetivo de la investigación es identificar la relación entre las acciones de planeación estratégica y las actividades y procesos de las empresas acuícolas ubicadas en Jitzamuri, Sinaloa, México con la finalidad de conocer el desempeño de dichas organizaciones. En esta investigación se realizó un diagnóstico para identificar los factores que intervienen en el desarrollo de las actividades, la recopilación de datos se hizo mediante una herramienta diseñada a partir de la revisión de la literatura existente, y el análisis de datos se realizó a través del coeficiente de Pearson. Como resultado se muestran interacciones significativas entre el desarrollo de actividad estratégica y el desempeño de las empresas acuícolas.

ABSTRACT

In the aquaculture production sector in Sinaloa, Mexico, there are fishing cooperatives that have been determined to continue implementing inefficient production systems for marine animals, as a result of resistance to change. These systems dispense with strategic analysis that provide information for decision making. Currently, little information is reported about strategic planning in this context, there are only statistics that show the exponential growth of aquaculture and traditional fishing production systems. The objective of this research is to identify the relationship between strategic planning actions and the activities and processes of aquaculture companies located in Jitzamuri, Sinaloa, Mexico, in order to know the performance of these organizations. In this research, a diagnosis was made to identify the factors that intervene in the development of the activities, the data collection was made by means of a tool designed from the revision of the existing literature, and the data analysis was made through the Pearson coefficient. As a result, significant interactions are shown between the development of strategic activity and the performance of aquaculture companies.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el desarrollo de la acuicultura ha aumentado en tal medida que algunos países han experimentado un significativo crecimiento económico a raíz del potencial pesquero de sus empresas acuícolas (Inglada y Sastre, 2014). A raíz de esta situación, en el año 2016, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la acuicultura ya representaba un 53% del total de producción mundial anual. Sin embargo, gran cantidad de empresas acuícolas, no han podido adaptarse efectivamente al entorno donde se desarrollan para hacer frente a los cambios y situaciones complejas del ambiente al seguir desarrollando actividades de captura de organismos marinos cada vez menos rentables donde la inexistencia de planes estratégicos es uno de sus principales problemas (FAO, 2018).

En México, especialmente en el estado de Sinaloa, existe una gran cantidad de sociedades acuícolas destinadas a la producción de alimentos marinos y mientras algunas de esas sociedades acuícolas se han enfocado en el rediseño e implementación de sistemas de producción en tierra firme y encierros controlados en mar abierto a través de objetivos y estrategias que las ayuden a alcanzar el éxito, otras aún se encuentran operando de manera empírica dando entrada a procesos de producción con resultados ineficientes, lo que hace destacable reconocer la importancia de la planeación estratégica como una herramienta capaz de guiar

jerárquicamente en la continua búsqueda de logros y metas (Becker, Stolletz y Stäblein, 2017).

Las empresas acuícolas objeto del estudio forman parte de una sociedad que fue creada en el año 2018, con la finalidad de implementar un sistema de producción de alimentos marinos que sustituyera a la pesca tradicional, en especial de camarón blanco (*Litopenaeus Vannamei*), en la bahía de El Jitzamuri., Sinaloa, México, mediante sistemas de producción en estanques en tierra firme.

Sin embargo, actualmente algunas de estas empresas acuícolas carecen de una planeación estratégica en sus sistemas de producción, como consecuencia de un mal control y organización de las actividades y procesos, así como una deficiencia operativa, pues al no contar con un sentido de dirección sólido la empresa no es capaz de generar acciones proactivas, más bien crea la necesidad de acciones correctivas (Torres, 2014).

A pesar de esa situación, es de importancia mencionar que grandes organizaciones han mostrado interés en las empresas mexicanas debido al gran potencial de crecimiento y al conjunto de particularidades que las caracterizan, como la bondad del entorno y el recurso humano e intelectual, puesto que significan una gran área de oportunidad para el desarrollo de investigaciones, donde la elaboración de planes de acción estratégicos es el factor principal de acción (Leyva et al., 2018).

Por otra parte, la necesidad de visualizar desde un enfoque sistemático los procesos estratégicos de las empresas dio como resultado diferentes escenarios dentro de los cuales se había estado desarrollando los principales pilares de planeación estratégica a través del tiempo. Estas acciones implicaron que distintos autores dieran inicio al diseño de modelos capaces de desarrollar una estructura del proceso más efectiva, desarrollando diversas acciones, como la identificación de elementos particulares y característicos que integran al sistema sí (Fuentes, 2015, citando a Molins, 1998).

Esta necesidad por la mejora continua de los sistemas productivos tuvo como consecuencia avances considerables sobre todo en el desarrollo tecnológico, donde el desarrollo de nuevas herramientas que facilitaran la operación de actividades complejas de producción representaba una apuesta con demasiado potencial en la actualidad. Para el caso de México, algunas universidades, como Universidad Internacional Iberoamericana de México y la Universidad Estatal de Sonora han logrado desarrollar productos, procesos y estrategias innovadoras a través de un sistema de producción acuícola intensivo capaz de equilibrar el cuidado ambiental y la productividad (Miranda, 2017).

El desarrollo de ventajas competitivas eficientes comenzó a partir de la implementación y diseño de herramientas estratégicas relacionadas directamente con el entorno interno y externo e las organizaciones, como la visión, la misión,

los objetivos y las actividades de planeación, estos fueron los elementos principales del proceso estratégico y significaron el punto de partida lógico de la dirección estratégica, esto debido a que algunas empresas no poseen estrategias claras y precisas lo que provoca una deficiencia en el curso de acción de las actividades (David, 2018).

El presente artículo muestra los resultados de la investigación que tuvo como objetivo identificar la relación que existe entre las acciones de planeación estratégica y las actividades y procesos de las empresas acuícolas ubicadas en la bahía de Jitzamuri, Sinaloa, México, donde inicialmente se elaboró un diagnóstico a partir del diseño de un instrumento de medición basado en la metodología de investigación propuesta por Hernández y Mendoza (2018), para poder identificar los factores más relevantes de la implementación de planeación estratégica que se relacionan con el éxito y el desarrollo y comportamiento actual de las empresas acuícolas.

Considerando lo antes expuesto, se llegó a la siguiente hipótesis del estudio: la aplicación de planeación estratégica proporcionará a una empresa acuícola en Ahome, Sinaloa, México, las herramientas necesarias para mejorar el desempeño de sus actividades y procesos.

Cabe resaltar que no se encontraron estudios que mostraran un análisis que incluyera estas variables en conjunto, por lo que se optó por el desarrollo de un instrumento de medición con base en la

revisión de la literatura existente. Dicho instrumento tenía como objetivo medir el nivel de implementación de herramientas estratégicas para identificar el conocimiento actual, nivel de desarrollo y aplicación técnica de las mismas por parte

METODOLOGÍA

El estudio tuvo inicialmente un enfoque cuantitativo el cual permitió establecer los aspectos más significantes de comportamiento mediante un estudio bien definido de variables específicas, entre las que se encuentran: la planeación estratégica, modelos de planeación y sistemas de producción, seguido de un enfoque cualitativo que proporcione profundidad a los principales criterios para llevar a cabo la recolección de datos y su posterior análisis. De esta manera se logró desarrollar la investigación con un carácter mixto, basándose en ambos enfoques para brindar el soporte necesario, mediante un alcance exploratorio-descriptivo para la obtención y análisis de información pertinente al tema de investigación. De igual forma, la investigación se basó en un diseño no experimental de tipo transversal, con el objetivo de analizar y vislumbrar el ambiente bajo estudio.

Los principales criterios para la selección de las empresas acuícolas que conforman la unidad de análisis fueron la integración dentro de su marco legal a la concesión de pesca comercial que otorga la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), que permite el desarrollo de actividades de pesca en aguas

de las empresas acuícolas, con la finalidad proponer en futuras investigaciones interrelaciones en conjunto para el diseño de herramientas estratégicas que favorezcan la adaptación de organizaciones al entorno actual.

mexicanas y la región de Jitzamuri, Sinaloa, en México. Posterior a ello, se optó por una muestra no probabilística, debido a que la elección de los diferentes elementos no dependió de la probabilidad, si no de causas relacionadas directamente con las particularidades de la investigación, donde el desarrollo de esta etapa se presentó de manera sistemática más no estadística, es decir que no tuvo sus bases en formulas probabilísticas, para ser más específico dependió enteramente del proceso de toma de decisiones por parte del investigador.

Para el tamaño de la muestra se consideró a una parte representativa y adecuada de la población, es decir, únicamente a aquellas sociedades cooperativas acuícolas dedicadas a la captura de la especie marina *Litopenaeus Vannamei* comúnmente conocido como camarón blanco, donde se pudo obtener un tamaño de muestra de 54. En cuanto al instrumento de medición que se aplicó fue de elaboración propia y de carácter cuantitativo. Así mismo su diseño de baso en la metodología de investigación propuesta por Hernández y Mendoza (2018) y los criterios de evaluación se seleccionaron a partir de una exhaustiva revisión de la literatura existente en planeación estratégica, donde se pudo

identificar los siguientes criterios: Organización, Diseño de Objetivos, Actividades de Planeación Estratégica y Comunicación. El instrumento se presenta a través de 4 cuestionarios que corresponden a los criterios de evaluación antes mencionados, siendo estos la estructura y organización donde se encuentran las variables de diseño, implementación de herramientas y reformas y creación de nuevas funciones, en los objetivos se encuentran las variables de participación de mandos medios y altos, diseño, evaluación e indicadores de desarrollo, por su parte, en la planeación estratégica se identifican las variables de planeación, diseño y evaluación de actividades, inversión, transmisión de información y cursos de capacitación y por último en el ámbito de comunicación y coordinación formal se encuentran las variables de comunicación de colaboradores, orientación de las relaciones de trabajo y la promoción de la comunicación, con la finalidad de ayudar a recopilar información de manera

RESULTADOS

A partir del análisis de los resultados obtenidos se identificaron los factores más relevantes en la estructura y la organización, la determinación de objetivos, las acciones de planeación estratégica y la comunicación y coordinación formal de las empresas acuícolas, pues estas fueron las áreas bajo

estandarizada y precisa a través de entrevistas a gerentes generales, encargados de producción, jefes de almacén y encargados comerciales. La escala que se empleó para calificar el instrumento de mediciones es tipo Likert (Hernández y Mendoza, 2018) y se encuentra estructurada por 5 puntos, los cuales van de totalmente de acuerdo (5 puntos) a totalmente en desacuerdo (1 punto).

Para el análisis de los datos de la investigación, se definieron dos distintas etapas. La primera de ellas consistió en un análisis descriptivo del conjunto de variables que permitió identificar algunas de las principales características de la prueba relacionadas directamente con actividades del proceso de planificación estratégica, así como su importancia en las empresas acuícolas de Jitzamuri, Sinaloa, México. La segunda etapa corresponde a la identificación de la relación de variables de la prueba, la cual se llevó a cabo mediante el análisis de Pearson a través del soporte del software SPSS versión 25.

estudio del cuestionario y la implementación de planeación estratégica. Estructura y organización. En el análisis de la estructura y la organización, se pudieron identificar como factores relevantes el diseño de la estructura en relación a las actividades de planeación estratégica a corto, mediano y largo plazo, pues esta particularidad significa una mayor flexibilidad y adaptación a acciones estratégicas futuras, así como la integración

de procesos destinados a la creación de nuevas funciones (Fuentes, 2015). Estos factores permiten un desarrollo más eficiente de las actividades y procesos en los diferentes niveles de la organización, con base en el 100% del total de respuestas totalmente de acuerdo por parte de los participantes.

También se identificó el diseño e implementación de herramientas gráficas para facilitar la comprensión de las

relaciones directas entre los diferentes niveles organizacionales, como lo son los organigramas generales y/o particulares, así como la implementación de reformas administrativas que permitan desarrollar ventajas competitivas en el medio donde se desarrolla la empresa, esto queda representado con un porcentaje de 75% y 56.25% del total de respuestas en total acuerdo. Estos aspectos se muestran de manera gráfica en la Figura 1.

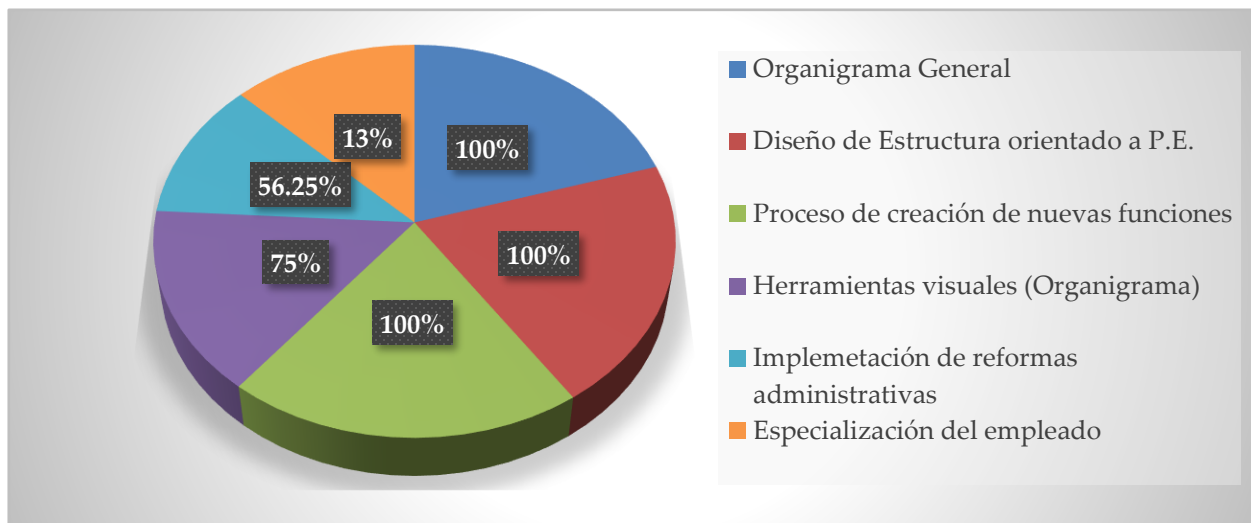


Figura 1. Factores relevantes de estructura y organización de empresas acuícolas en relación a implementación de planeación estratégica

Diseño de objetivos. Con base en los resultados del cuestionario en el área de objetivos se pudo identificar la consideración de demanda del medio como un factor potencializado de competencias para acceder y mantenerse en el mercado bajo un contexto de aprendizaje a lo largo del tiempo de vida, representado con 75% del total de respuestas totalmente de acuerdo. También, con un resultado del 100% del total de respuestas que estuvieron de acuerdo se obtuvo que la integración de

mandos medios y superiores en los procesos de formulación de objetivos y programas es un factor que fomenta la comunicación de manera eficiente. A continuación, se muestra en la Figura 2, los factores identificados en el estudio de los objetivos.

Planeación estratégica. En los resultados de desempeño de esta área se pudo observar que la implementación de procesos de planificación orienta el diseño y evaluación de las características internas,

como la visión, misión, objetivos y estrategias, pues representan una base fundamental para el desarrollo de las organizaciones.

Otra de los factores es la inferencia en nuevas oportunidades de negocio a partir del desarrollo de nuevas técnicas de operación, mismas que les permitan a las empresas acuícolas abarcar un mayor sector del mercado, con el 68.75% del total de participantes en total acuerdo.

En desarrollo tecnológico con el 100% de los participantes en total acuerdo, se

identificó que la inversión en tecnología, maquinaria y equipo funciona de manera positiva como mecanismo potenciador de actividades y procesos, así como la transmisión de elementos como la misión, visión, valores y estrategias respetivamente, funcionan como herramientas eficaces que permiten resolver situaciones particulares en relación al cumplimiento de tareas (García, 2018). Lo antes mencionado, se muestra de manera gráfica en la Figura 3.

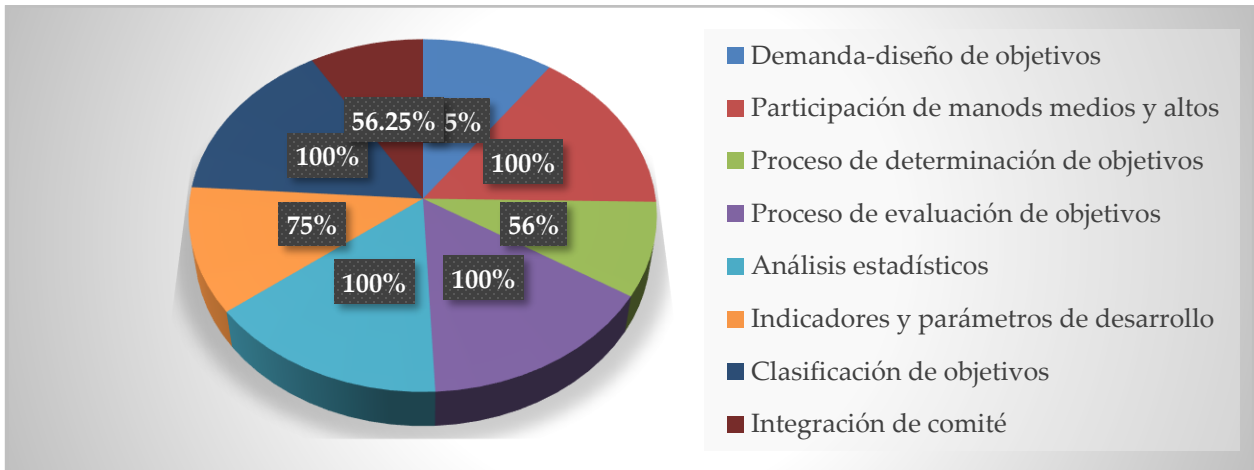


Figura 2. Factores relevantes del diseño de objetivos de empresas acuícolas en relación a implementación de planeación estratégica

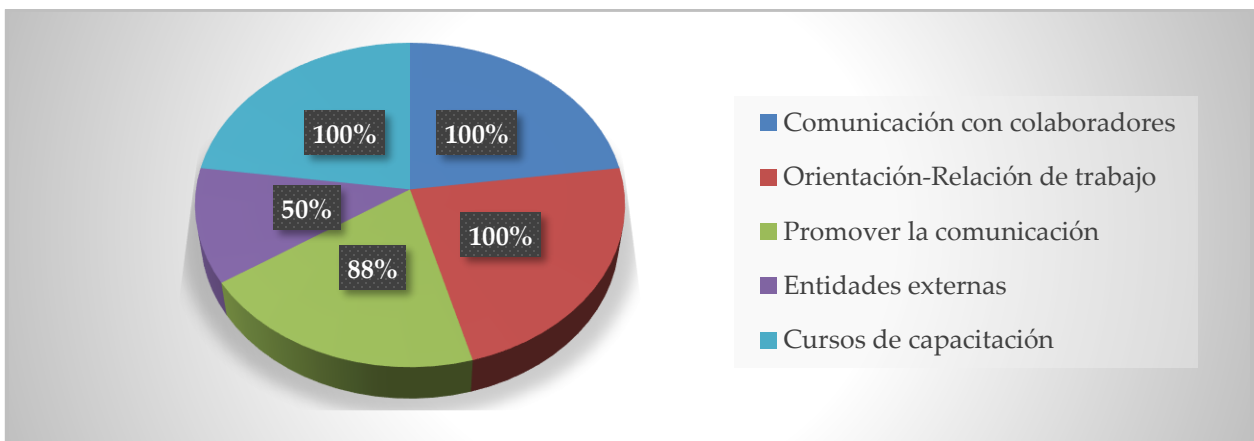


Figura 3. Factores relevantes de planeación estratégica de empresas acuícolas en relación a implementación de planeación estratégica.

Comunicación y coordinación formal. Los resultados demostraron que el fomento de actividades orientadas a la mejora de la comunicación entre los colaboradores permite el desarrollo de una cultura corporativa capaz de mejorar la productividad y eficiencia, así como el diseño de procesos que permiten orientar a los colaboradores a comprender la relación de su trabajo con el logro de objetivos y

programas, donde la mayoría de los participantes, específicamente el 100% y el 87.50 % respectivamente, se encuentran en total acuerdo en que estas herramientas permiten que no aumente la complejidad de los procesos que desarrolla la organización y ayudan a mejorar el diseño de objetivos y programas. Los factores identificados en esta área se muestran en la Figura 4.

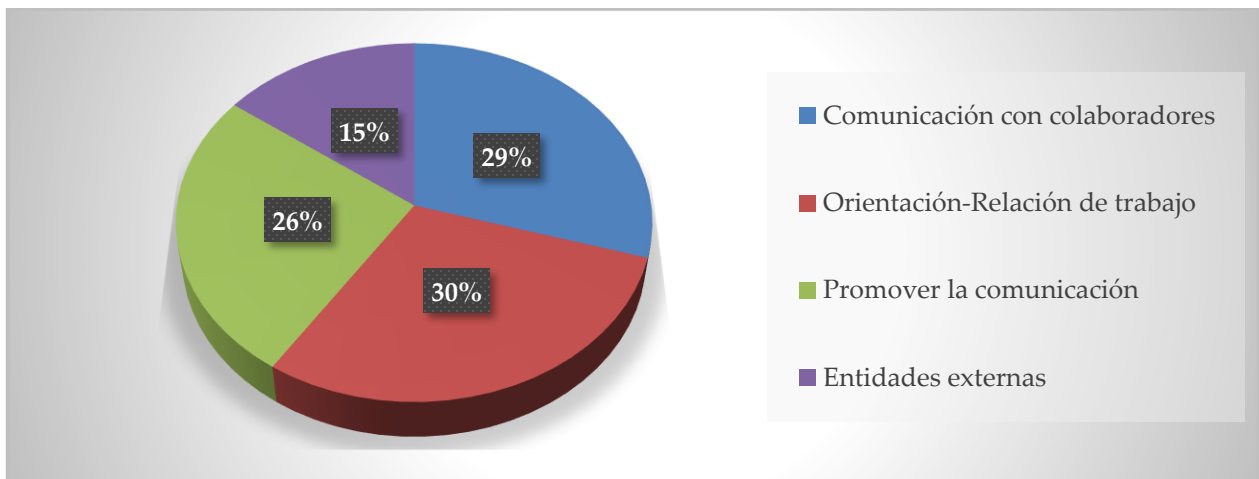


Figura 4. Factores relevantes de comunicación y coordinación formal de empresas acuícolas en relación a implementación de planeación estratégica.

Análisis de correlación de Pearson. Respecto a las variables y los factores identificados en el análisis anterior, se procedió a realizar un análisis de las relaciones existentes en la estructura, la organización, el diseño y determinación de objetivos, las actividades relacionadas al proceso de planeación y a la comunicación y coordinación formal. Este análisis se llevó a cabo mediante el coeficiente de correlación de Pearson, el cual tiene como objetivo medir el nivel de intensidad referente a la asociación entre dos variables a través del coeficiente de correlación r de

Pearson, donde se asumen valores comprendidos entre -1.00 y 1.00 (Hernández y Mendoza, 2018).

Correlaciones en estructura y organización. Se inició con el análisis de las correlaciones de los pares de variables, tanto positivas como negativas, entre la estructura y la organización en las empresas acuícolas, mismas que representaron los resultados de la prueba estadística mediante el coeficiente de correlación de Pearson. En la Tabla 1, se muestran los resultados obtenidos en el análisis.

Tabla 1. *Correlaciones entre los factores de la variable Estructura y Organización*

Relación significativa	Coef. Pearson	Significancia (s)	Relación	Nivel de confianza	Interpretación del coeficiente de correlación
1. A mayor desarrollo de herramientas visuales, mayor desarrollo de estructura organizacional en la empresa.	0.976	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
2. A mayor definición de funciones y responsabilidades, mayor nivel de desarrollo de la estructura organizacional.	0.775	0.024	Aceptada	95%	Positiva considerable
3. A mayor implementación de normas de, mayor desarrollo de la estructura organizacional.	1.000	0.001	Aceptada	99%	Positiva perfecta
4. A mayor descripción de puestos y funciones, mayor desarrollo de la estructura organizacional.	0.923	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
5. A mayor definición de puestos y funciones, mayor desarrollo e integración de herramientas visuales (Organigrama).	0.976	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
6. A mayor orientación de actividades basadas en normas de operación, mayor desarrollo de herramientas visuales (organigrama).	0.976	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
7. A mayor desarrollo de herramientas visuales, mayor orientación de actividades de colaboradores.	0.838	0.009	Aceptada	99%	Positiva considerable
8. A mayor conocimiento de funciones que desarrolla la empresa, mayor desarrollo de herramientas visuales (organigrama).	0.824	0.012	Aceptada	99%	Positiva considerable
9. A mayor implementación de normas de funcionamiento, mayor desarrollo de funciones y responsabilidades de colaboradores.	0.775	0.024	Aceptada	95%	Positiva considerable
10. A mayor necesidad de contar con modelos de calidad, mayor búsqueda de creación de nuevas funciones.	0.816	0.013	Aceptada	95%	Positiva considerable
11. A mayor empleo de reformas administrativas, mayor necesidad de contar con normas de operación.	0.775	0.024	Aceptada	95%	Positiva considerable

La disposición de una estructura formalmente establecida y planificada se deriva de una definición de funciones y responsabilidades detallada, que integre a todos los colaboradores de la organización, así como los puestos que desempeñan, las líneas de autoridad existentes y los niveles organizacionales que componen a la empresa (Cañabate, 2018).

Así mismo, se debe desarrollar un proceso capaz de definir de manera clara las funciones y responsabilidades de cada uno

de los puestos de los colaboradores incluidos en la estructura organizacional de la empresa, donde se detalle la misión y el objetivo que cumplen de acuerdo a las estrategias de la organización, y que además se encuentre estructurado de tal manera que incluya los conocimientos, habilidades y aptitudes que deben presentar los colaboradores que ocupen el cargo. En la Figura 5, se muestran las correlaciones de factores de estructura y organización.

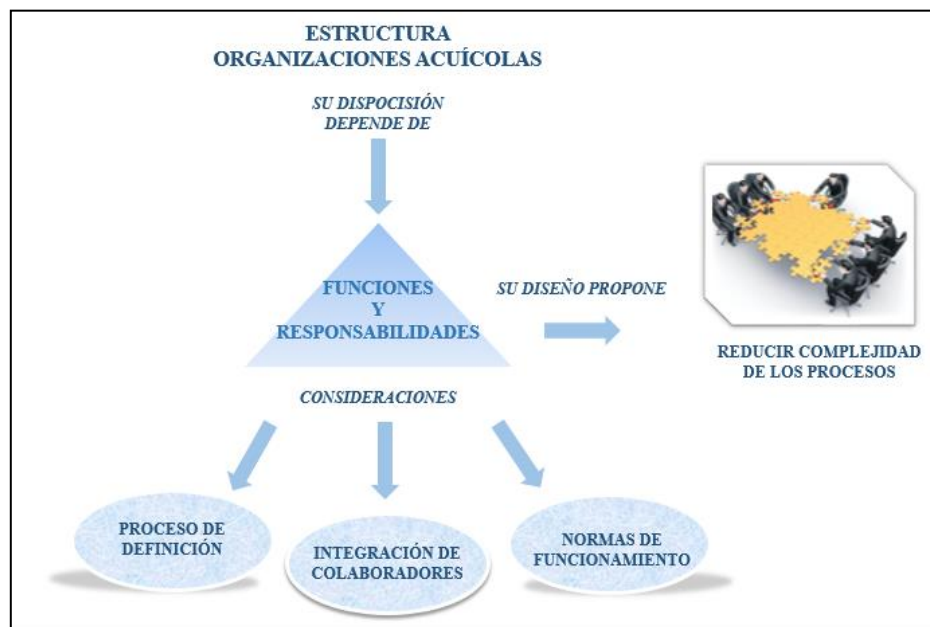


Figura 5. Consideraciones Estructura y Organización de las empresas acuícolas.

Correlaciones en diseño de objetivos. Los factores considerados en el análisis de variables correspondientes a la determinación y diseño de objetivos se describen en la Tabla 2.

Respecto a los resultados del análisis del diseño de objetivos, en la Figura 6 se muestran los factores que componen el desarrollo de objetivos en las organizaciones acuícolas.

El análisis de las correlaciones muestra que es pertinente la creación de un comité con la finalidad de identificar funciones, criterios, procedimientos y normas, con el propósito de determinar el diseño de objetivos y programas. Dicho comité debe integrar a mandos medios y superiores de cada una de las áreas que componen la organización en la participación de dichos objetivos.

Tabla 2. *Correlaciones entre los factores de la variable objetivos*

Relación significativa	Coef. Pearson	Significancia (s)	Relación	Nivel de confianza	Interpretación del coeficiente de correlación
1. A mayor necesidad de determinación de objetivos con relación a expectativas, mayor necesidad de integración de comités.	0.916	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
2. A mayor consideración de integración de comités, mayor consideración de mandos medios y superiores en determinación de objetivos	0.844	0.008	Aceptada	99%	Positiva considerable
3. A mayor desarrollo de procesos para la determinación de objetivos, mayor desarrollo de objetivos orientados a misión y visión	0.789	0.020	Aceptada	95%	Positiva perfecta
4. A mayor difusión de objetivos en los diferentes niveles de la organización mayor desarrollo y cumplimiento de metas	0.745	0.034	Aceptada	95%	Positiva media
5. A implementación de indicadores y parámetros para medir y evaluar el cumplimiento de objetivos, mayor desarrollo de estructura organizacional	0.816	0.013	Aceptada	95%	Positiva considerable
6. A mayor participación de mandos medios y superiores en la determinación de objetivos, mayor consistencia entre objetivos	0.870	0.005	Aceptada	99%	Positiva considerable
7. A mayor implementación de procesos para diseñar objetivos, mayor clasificación de objetivos a corto, mediano y largo plazo.	0.745	0.034	Aceptada	95%	Positiva media
8. A mayor necesidad de procesos para determinar objetivos, mayor necesidad de parámetros de evaluación de metas.	0.713	0.047	Aceptada	95%	Positiva media
9. A mayor definición de objetivos y programas, mayor necesidad de implementación de procesos de evaluación de metas.	0.775	0.024	Aceptada	95%	Positiva considerable
10. A mayor importancia de utilizar análisis estadísticos para evaluación de desarrollo de objetivos, mayor gestión del alcance y logro de objetivos	1.000	0.001	Aceptada	99%	Positiva perfecta



Figura 6. Elementos de la determinación de objetivos en las organizaciones acuícolas.

Por otra parte, las empresas acuícolas deben tomar en cuenta el proceso de difusión de los objetivos y los programas en los niveles y áreas que componen la estructura organizacional, así como la clasificación de objetivos a corto, mediano y largo plazo de manera que estos sean alcanzables y se enfoquen en el crecimiento, y como parte del proceso de cuantificación y cumplimiento de la fase de desarrollo de metas, resulta relevante la utilización de indicadores y parámetros de medición que permitan una evaluación más ágil del nivel de cumplimiento (Torres, 2014).

Planeación estratégica

Los factores considerados en el análisis de las variables y factores correspondientes a las acciones de planeación estratégica se describen en la Tabla 3.

En el análisis de esta variable, se obtuvo la inferencia en nuevas áreas de negocio que permitan garantizar la continuidad de su crecimiento y rentabilidad, a partir del reconocimiento de sus principales

fortalezas, evaluación y conocimiento de las necesidades de los consumidores, así como las formas en que se están satisfaciendo esas necesidades. Otro elemento clave fue la capacidad de adaptación a los cambios en el entorno, pues a través de cursos de capacitación que favorezcan la confianza y el desarrollo personal de los colaboradores en beneficio de la organización, se orienta a las organizaciones a la resolución de problemas y la toma de decisiones (Porter, 2011).

Por último, el diseñar acciones preventivas y correctivas a través de un análisis del entorno interno basándose en el estudio de inspecciones y observaciones de actividades y tareas, investigación de incidentes y accidentes de trabajo, sugerencias de colaboradores, cambios en procedimientos y cambios en los métodos de trabajo, y del entorno externo a través de auditorías externas, permitirá poder anticiparse a futuros riesgos (Hill y Jones, 2015). Esto se expone en la Figura 7.

Tabla 3. Correlaciones entre los factores de la variable planeación estratégica

Relación significativa	Coef. Corr. Pearson	Sig. (s)	Relación	Nivel de confianza	Interpretación del coeficiente de correlación
1. A mayor desarrollo de capacitaciones que permitan la adaptación al entorno, mayor identificación de oportunidades de negocio	0.953	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
2. A mayor implementación de innovaciones, mayor capacidad para anticiparse a situaciones futuras	1.000	0.001	Aceptada	99%	Positiva perfecta
3. A mayor desarrollo de análisis del entorno, mayor desarrollo de acciones correctivas y preventivas	0.890	0.003	Aceptada	99%	Positiva perfecta
4. A mayor desarrollo de actividades de mejora continua, mayor desarrollo de capacidad para anticiparse al futuro	0.756	0.008	Aceptada	99%	Positiva media
5. A mayor desarrollo de actividades de mejora continua, mayor orientación en el diseño de metas	0.921	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable
6. A mayor desarrollo de actividades de mejora continua, mayor comprensión de misión, valores y objetivos por parte de colaboradores	0.762	0.028	Aceptada	95%	Positiva considerable

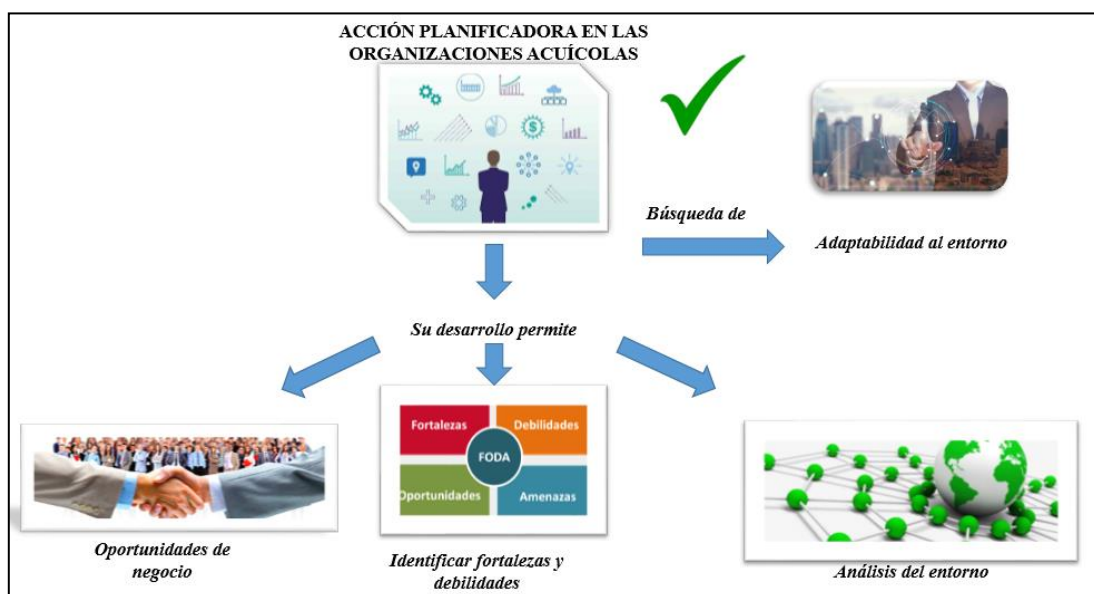


Figura 7. Factores determinantes de la acción planificadora en las empresas acuícolas.

Comunicación y coordinación formal. Las correlaciones resultado del análisis de la variable comunicación y coordinación formal se describen en la Tabla 8.

El análisis demostró que el fomento de la comunicación interna de forma efectiva, bidireccional y constante entre colaboradores y la alta dirección de la organización en función de los objetivos que pretende alcanzar la empresa, pues

permite la reducción de complejidad los procesos y permite la flexibilidad necesaria para el desempeño de las personas en función del logro de metas, a través de la motivación de factor humano a contribuir en cambios y mejoras (Bihlmaier et al., 2009). Respecto a las correlaciones entre las variables de comunicación y coordinación formal, en la Figura 8 se muestran los elementos identificados.

Tabla 8. *Correlaciones entre los factores de la variable comunicación y coordinación formal*

Relación significativa	Coefficiente de correlación de Pearson	Significancia (s)	Relación	Nivel de confianza	Interpretación del coeficiente de correlación
1. A mayor orientación de colaboradores con la relación del puesto que desempeñan, mayor diseño de objetivos y programas de la organización.	1.000	0.001	Aceptada	99%	Positiva considerable

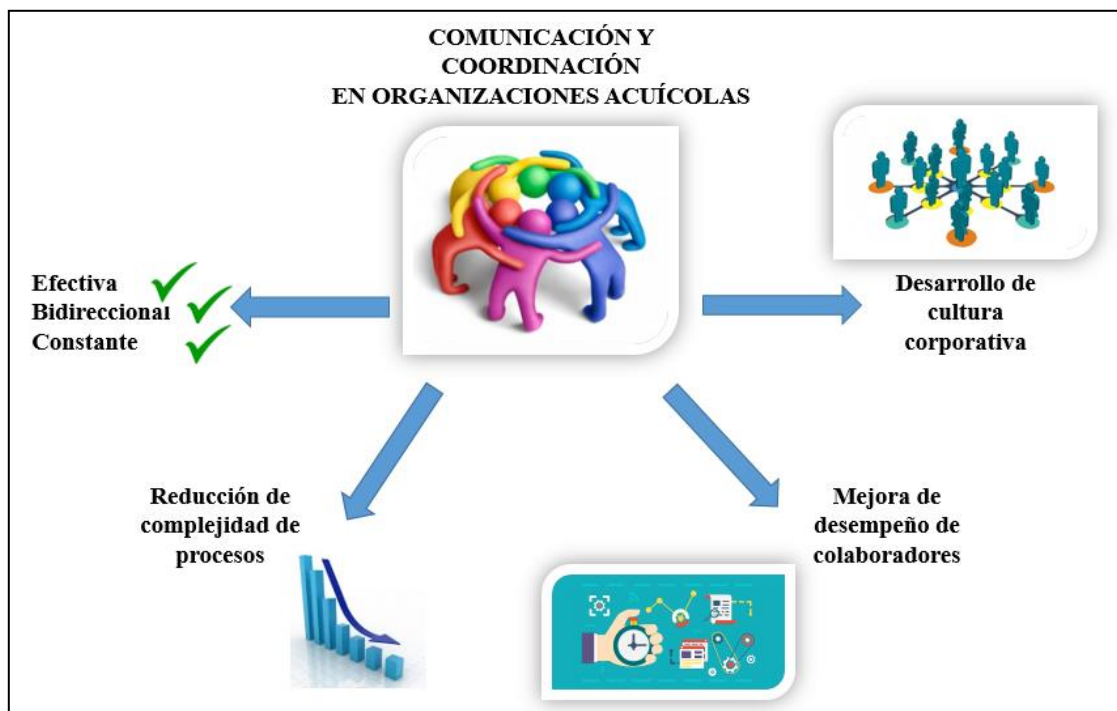


Figura 8. Elementos relevantes de la comunicación y coordinación en las organizaciones acuícolas

DISCUSIÓN

El propósito del estudio ha sido determinar el desempeño actual de las áreas relacionadas con la estructura organizacional y las acciones estratégicas de las empresas acuícolas, y posteriormente analizar la relación entre los factores que componen dichas áreas funcionales.

Con base en los resultados obtenidos, se observa que el diseño e integración de herramientas visuales, como los organigramas pueden ayudar a representar una imagen precisa de las diferentes divisiones de trabajo, exponiendo a simple vista, las posiciones existentes en la organización, el cómo se encuentran agrupadas en unidades y cómo es que fluye entre ellas la autoridad formal de la empresa, que es una de las áreas de oportunidad (Mintzberg, 2012).

También es válido señalar la significancia de la relación que existe entre la determinación y definición de puestos de trabajo y sus respectivas responsabilidades, y el desarrollo de la estructura organizacional, pues a partir de la comprensión de las funciones y actividades se crean de las condiciones necesarias a través de las cuales el personal pueda lograr mejorar sus objetivos personales y orientar sus propios esfuerzos hacia el cumplimiento de los objetivos de la organización (Chiavenato, 2018).

En cuanto a la adquisición de conocimientos y habilidades, el proceso de capacitación de la empresa acuícola se debe ver compensado por el desarrollo de

actividades, que van desde la adquisición de habilidades específicas, como la maniobra de maquinaria o el uso de software y asistentes digitales, hasta el desarrollo de conocimientos técnicos orientados al sistema de producción, así como habilidades en actividades especiales y procesos administrativos y la capacidad de desarrollar actitudes ante problemáticas sociales (Chiavenato, 2018, citando a McGehee y Thayer, 1961).

Para este caso en específico, las empresas funcionan como sistemas abiertos, que se encuentran sujetas a los cambios en el entorno y la creciente complejidad de las sociedades con quienes interactúan. Además, situaciones como la incertidumbre existente, la crisis relacionada al sistema económico actual y la gran cantidad de factores que deben analizarse, ocasionan que aumente la complejidad y dificultad a la que se enfrentan los empresarios a la hora de tomar decisiones clave de gestión (Eguren, 2015).

De acuerdo con el análisis, existe evidencia de una relación significativa entre el desarrollo de actividades de mejora continua y las capacidades de adaptación al entorno y la orientación en el diseño de metas y objetivos de las empresas acuícolas. En este sentido la coordinación de objetivos debe desarrollarse en función del principio de unidad de dirección, en el cual todas las actividades realizadas de manera individual deben orientarse hacia las metas que persigue la empresa y deben tomar en

cuenta que los objetivos puedan ser controlables y observables a través de medios cuantificables, puedan ser redactados con sencillez y en términos que

maneje la empresa, también puedan estar redactados con brevedad y que consideraren los recursos reales con los que cuenta la empresa (Koberstein et al., 2013).

CONCLUSIONES

Se validó la hipótesis correspondiente a las variables estructura y organización, objetivos, planeación estratégica y comunicación y coordinación formal, mediante los análisis de correlación de Pearson. La mayoría de los factores se encuentran con un nivel de 0.01 correspondiente al 99% de nivel de confianza, con una correlación de tipo positiva media, considerable y perfecta. Por tanto, los resultados permiten aceptar la hipótesis, al probar la existencia de correlación entre las variables.

A través de esta investigación se pudo identificar el nivel de conocimiento que poseen los gerentes generales, los encargados de producción, los jefes de almacén y los encargados comerciales de las empresas acuícolas en Jitzamuri, Sinaloa, México, en relación con la importancia del desarrollo y fomento de la gestión estratégica de actividades y procesos primordiales, donde en algunos casos se presentaron situaciones donde la estructura actual supera al proceso como tal y viceversa. Específicamente, es en este punto donde se encuentra la importancia del diseño de herramientas a través de técnicas como lo son los modelos de planeación estratégica detallados, que permiten adaptarse de manera adecuada a las demandas presentes en el entorno.

Las variables significativas para el desarrollo eficiente de las empresas acuícolas en función de las acciones de planeación estratégica fueron el diseño de herramientas visuales para mejorar el flujo de información, la consideración de los colaboradores en los diferentes niveles organizaciones de la empresa, el diseño de metas a corto, mediano y largo plazo, el diseño estrategias en función del entorno externo y la capacitación de colaboradores. Por otra parte, debido a la naturaleza de las organizaciones acuícolas de Jitzamuri, Sinaloa, México, y a la complejidad de sus sistemas de producción, la identificación de factores externos resulta de gran importancia para la implementación de modelos de planeación, debido a que esta herramienta permite identificar y posteriormente atender problemáticas de manera sistemática y metódica.

Es una realidad que en la actualidad existe un incremento poblacional significativo y en consecuencia, existe un incremento en la demanda de alimentos marinos para el consumo humano, por lo que se pretende que este proyecto se profundizarse con la implementación del modelo de planeación en empresas acuícolas ubicadas en la zona de Jitzamuri, Sinaloa, México, que se dediquen a actividades de captura y pesca de demás alimentos marinos, con la finalidad de diseñar estrategias eficientes

de operación y de mejorar los sistemas de producción acuícola.

Por último, como futura línea de investigación se propone extender el alcance del estudio a otro tipo de organizaciones que presenten deficiencias

administrativas y operativas derivadas de factores internos y externos significativos como la resistencia al cambio, la complejidad de sus procesos y la administración.

REFERENCIAS

- Becker, A., Stolletz, R., y Stäblein, T. (2017). Strategic ramp-up planning in automotive production networks. *International Journal of Production Research*, 5 (1), 59–78. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1193252>
- Bihlmaier, R., Koberstein, A., y Obst, R. (2009). Modeling and optimizing of strategic and tactical production planning in the automotive industry under uncertainty. *OR: Spectrum*, 1 (2), 311–336. <https://doi.org/10.1007/s00291-008-0147-2>
- Cañabate, R. (2018). Nuevo marco legal para el reconocimiento como organización de productores de frutas y hortalizas de entidades jurídico empresariales. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 130, 33-54. <https://doi.org/10.5209/REVE.60988>
- Chiavenato, I. (2018). *Administración de recursos humanos (10ª edición)*. Mc Graw Hill, España.
- David, F. (2017). *Conceptos de administración estratégica (15va edición)*. México: Editorial Pearson Prentice Hall.
- Eguren, M. (2015). *Las actividades de la empresa y la creación de valor: Un enfoque sistémico (Tesis doctoral)*. Universidad de Barcelona, España.
- FAO. (2018). *El estado actual de la pesca y la acuicultura 2018: Cumplir los objetivos de desarrollo sustentable*. FAO: Roma. <http://www.fao.org/3/I9540es/i9540es.pdf>
- Fuentes, D. (2015). *Modelo de planificación aplicando la Teoría del caos y la complejidad en instituciones de educación superior privadas en Cataluña, España/familiares en Puebla, México (Tesis doctoral)*. Universidad politécnica de Cataluña
- García, R. (2018). Strategic Planning of the Biodiesel Supply Chain. *Ingeniería y Universidad*, 22 (1), 77-95. <https://dx.doi.org/10.11144/javeriana.iyu22-1.spbs>
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill.
- Hill, C. y Jones, G. (2015). *Administración estratégica: un enfoque integral (11va edición)*. México: Cengage Learning.
- Inglada Galiana, E., y Sastre, J. M. (2014). Reflexiones sobre la globalización, pobreza y desarrollo: incidencia en las organizaciones de economía social. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 116, 160-179. https://doi.org/10.5209/rev_REVE.2014.v115.45280
- Koberstein, A., Lukas, E., y Naumann, M. (2013). Integrated Strategic Planning of Global Production Networks and Financial Hedging under Uncertain Demands and Exchange Rates. *Business Research*, 6 (2), 215–240. <https://doi.org/10.1007/BF03342750>
- Leyva, A., Cavazos, J. y Espejel, J. (2018). Influencia de la planeación estratégica y habilidades gerenciales como factores internos de la competitividad empresarial de las Pymes. *Contaduría administración*, 63 (3). <https://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1085>

McGehee, W. y Thayer, P. (1978). *Training in business and industry*. Nueva York: Wiley Interscience.

Mintzberg, H. (2012). *La estructura de las organizaciones (1ª edición)*. Editorial Ariel, España

Molins, P. (1998). *Teoría de la Planificación, comisión de estudios de postgrado*. Facultad de

humanidades y educación, universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Porter, M. y Kramer, M. (2011). Creating Shared Value. *Harvard Business*, 89 (1), 62–77. <https://hbr.org/2011/01/the-big-idea-creating-shared-value>

Torres, Z. (2014). *Administración estratégica (1era edición)*. México: Patria.

Autores

José Alfredo Fabela Ceceña. Ingeniero Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Los Mochis, Maestrante en Planificación de empresas y desarrollo regional, Instituto Tecnológico de Los Mochis, Sinaloa, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4792-6911>

Email: jose65_fabela@hotmail.com

Darío Fuentes Guevara. Ingeniero en Sistemas Computacionales, master en ingeniería industrial, Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor titular C, Departamento de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de los Mochis, Sinaloa, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0069-3359>

Email: dariof2511@gmail.com

Linda García Rodríguez. Ingeniera Industrial, master en ingeniería industrial, Doctora en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor titular C, Departamento de la División de Estudios de Posgrado e Investigación, Maestría en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de los Mochis., Sinaloa, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0435-786X>

Email: dalingaro25@gmail.com

Recibido: 12-05-2020

Aceptado: 16-12-2020

Software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica de una Empresa del sector Petroquímico

Software for the Evaluation of Suppliers of the Technical Management of a Petrochemical Enterprise

Carlos Velásquez, Aleida Aular, Enrique Flores

Palabras clave: software, evaluación de proveedores, empresa petroquímica

Key words: software, evaluation of suppliers, petrochemical enterprise

RESUMEN

La evaluación de los proveedores de bienes y servicios ejecutada por organizaciones del sector público venezolano tiende a ser burocrática y de forma manual. El objetivo de la presente investigación es diseñar un software para la mejora del proceso de evaluación técnica de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Petroquímica de Venezuela (Pequiven). Se realizó un proyecto factible con base en una investigación de campo de tipo descriptivo. La población estuvo conformada por ochocientos cinco (805) participantes, y la muestra estuvo constituida por 157 integrantes constituidos por trabajadores y gerentes del Complejo Petroquímico Morón y empresas evaluadas que se encuentran laborando en el mismo. La propuesta final consistió en un modelo de Software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica de la Empresa Petroquímica, el cual contiene los elementos necesarios que cumple con el requerimiento de estándares de calidad inobservado en el proceso manual. Las conclusiones se proyectaron hacia la necesidad implementar el software como un sistema novedoso que permitan impulsar los procesos de las empresas y que puedan coadyuvar a la mejora en la eficacia, eficiencia, y calidad de los mismos.

ABSTRACT

The suppliers' evaluation of goods and services carried out by the Venezuelan public sector organizations tend to be bureaucratic and manual. The objective of this research is to design a software for the improvement of the technical evaluation process of suppliers of the Technical Management of the Morón Petrochemical Complex of Petroquímica of Venezuela (Pequiven). It was carried out as a feasible project based on a descriptive field research. The population was made up of eight hundred and five (805) participants, and the sample was constituted by 157 members constituted by workers and managers of the Morón Petrochemical Complex and evaluated companies that are working in it. The final proposal consisted of a Software model for the evaluation of suppliers of the Technical Management of the Petrochemical Company, which contains the necessary elements that accomplish with the quality standards requirement not observed in the manual process. The conclusions were projected towards the need to implement the software as an innovative system that allow to boost the processes of companies and that can contribute to the improvement in the effectiveness, efficiency, and quality of the same.

INTRODUCCIÓN

Las organizaciones a nivel mundial se encuentran sujetas a constantes cambios y nuevas situaciones determinados por una gran competitividad debido a fenómenos como la globalización y el desarrollo tecnológico que requieren de la capacidad de adaptarse al contexto de manera rápida, pero con eficacia. Lo que ha puesto de manifiesto la necesidad de realizar e implantar innovaciones de manera inmediata en la manera de gestionar su producción para lograr cumplir con los objetivos para los cuales fueron creados.

Debido a lo anterior, el contexto actual exige mejoras en el desempeño de la operatividad en la organización en cuanto a calidad, precio y tiempo de entrega y en ese sentido se deberá adoptar estrategias colaborativas a lo largo de las cadenas de abastecimiento. De allí que la selección de una base de proveedores competitiva es de alta importancia en la búsqueda de mejores resultados. Tal argumento se fundamenta en Pinedo (2008) al expresar que la calidad se ha convertido en uno de los principales factores competitivos; donde el costo es un factor indispensable y es fundamental que una empresa ingrese al mercado donde la competitividad es en los costos.

Sin embargo, la selección y evaluación de los proveedores de bienes y servicios que actualmente es ejecutado por organizaciones del sector público venezolano tiende a ser burocrático y de forma manual. Este método no garantiza proveedores que cumplan con los

estándares de calidad exigidos por el mercado. Adicionalmente, por ser procesos extremadamente lentos, representan costos significativos, tanto para los fabricantes como para los mismos proveedores. Esto ha traído como resultado la generación de productos, que si bien es cierto son funcionales, requieren de largos periodos de fabricación, aumentando los tiempos de entrega y disminuyendo la competitividad. Actualmente, el proceso de evaluación técnica de proveedores de Petroquímica de Venezuela, S.A. es realizado por la Superintendencia de Servicios Técnicos adscrita a la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón, la cual se encarga de realizar auditorías a los proveedores de bienes y servicios. Estas auditorías consisten en recibir la solicitud por parte de las Gerencias de Materiales, Proyectos, Contrataciones y Mantenimiento pertenecientes a la organización (figura 1). Allí, se señala el propósito de la evaluación, ya sea para investigar y confirmar la existencia de una problemática de calidad y confiabilidad operativa de los bienes, o para la selección de un proveedor durante un proceso de contratación que requiera de la verificación de los criterios técnicos para la adjudicación final del mismo.

Cabe destacar que, la actualización de los registros se elabora de forma manual, las solicitudes de evaluación mediante correo electrónico y el control de los mismos es inexistente; el tiempo de respuesta varía a medida que se ejecutan las mismas.

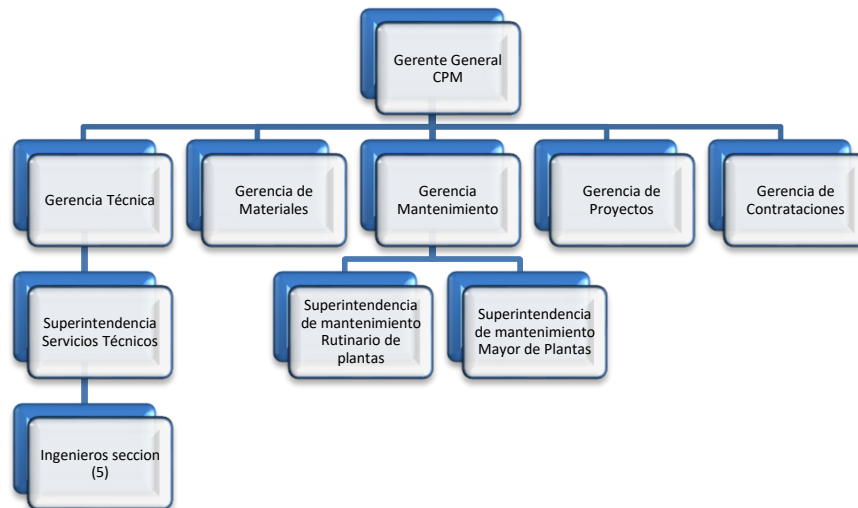


Figura 1. Relación estructural entre la Gerencia Técnica y las Gerencias solicitantes del Complejo Petroquímico Morón (CPM). Fuente: Elaboración propia (2019) con datos del Organigrama General del CPM de la Dirección Ejecutiva de Recursos Humanos.

En algunos casos, existen prioridades que deben resolverse de inmediato y dejando de hacer seguimiento a las anteriores. La actualización en tiempo real del control y seguimiento de los proveedores según la categoría que obtuvieron luego de la auditoría se invisibiliza. El balance de la entrega de las observaciones contenidas en la comunicación de resultados para aquellas empresas que fueron categorizadas como Tipo B o Tipo C (Aceptable con observaciones y No Cumplen, respectivamente) se muestra débil. Con respecto a la continuidad de la información enviada por correo electrónico, ésta no se visualiza, y las reevaluaciones se llevan a cabo a destiempo, ya que la empresa carece de un sistema para notificar la proximidad del tiempo que la empresa necesita para ser reevaluada.

Es importante mencionar que el proceso de evaluación técnica de proveedores hasta hace poco tiempo se había considerado eficiente en el Complejo Petroquímico Morón de Petroquímica de Venezuela (PEQUIVEN), y apegada a su certificación ISO 9001: 2008; en la cláusula 7.4. referido a Compras, el requisito 7.4.1 en "Proceso de compras" de la norma, donde establece que la organización debe "evaluar y seleccionar los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización". Sin embargo, las demandas del contexto actual exigen mayor celeridad en la entrega de resultados, el método de búsqueda no garantiza proveedores que cumplan con los estándares técnicos y de calidad exigidos por la empresa. Por ser un proceso lento y privado de un método científico de acompañamiento, representa sobrecostos

significativos, tanto para la organización como para los mismos proveedores.

De allí, la necesidad de que las organizaciones empleen tecnología de la información para dar cumplimiento al Decreto 3.390, Artículo 1 que dice: "La Administración Pública Nacional empleará prioritariamente Software Libre desarrollado con Estándares Abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios." (Gaceta N° 38.095) con la finalidad de ofrecer rapidez a toda la cadena productiva, además de minimizar un problema en el entorno laboral. Esto deviene en altos índices de confiabilidad para los usuarios, a la vez que estos puedan identificarlas como herramientas seguras para la transferencia de información.

En ese contexto, las contribuciones metodológicas derivadas del software de evaluación de proveedores en la Superintendencia de Servicios Técnicos adscrita a la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón, se observan en la elaboración y validación de un instrumento para la evaluación de proveedores en esta empresa petroquímica, cuyos resultados luego de su aplicación constituyen el soporte para el diseño de esta herramienta tecnológica.

En cuanto al aporte social, la aplicación de este software es de vital importancia, siendo principalmente beneficiados las gerencias que requieran obtener los resultados de la evaluación y selección de proveedores de forma ágil y confiable, lo cual pueda constituir un pilar fundamental en la estructura piramidal de un modelo

colaborativo del proceso productivo, para afrontar retos de aumentar la producción, ofrecer alta calidad y en menor tiempo.

Para lograr el objetivo planteado de diseñar el software, se diagnosticó la situación actual del proceso de evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Pequiven. Luego, se determinó la factibilidad técnica, económica y social necesaria para la elaboración de un software y finalmente, se desarrolló un modelo de software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Pequiven.

Destacan investigaciones previas en el área de software y herramientas digitales de autores como Carreyo (2015), La Salvia (2014), Castillo (2014), Castaño, Martínez y Ruiz (2011), Romero (2010) y Carmona (2005), las cuales muestran la relevancia del uso de estas herramientas. Se destacan los siguientes aspectos: incorporación de la innovación tecnológica al área laboral, optimización de los procesos a través de nuevas estrategias, así como la importancia para la proyección del desarrollo sostenible de la nación en el marco histórico actual, posibilitando la realización de diversas y variadas actividades laborales en un ambiente virtual mediante la interacción de los usuarios involucrados y la capacitación, preparación, formación y adiestramiento de los trabajadores para la implementación de los medios electrónicos como expresión de la eficacia en las organizaciones actuales, reduciendo costos, logro de

metas propuestas, delegación de autoridad como consecuencia de la automatización de las actividades cotidianas en la industria petrolera y petroquímica; además, del aporte de información relevante en cómo mejorar el proceso de selección de proveedores en las organizaciones públicas o privadas y los mecanismos más efectivos para el control del mismo.

Con respecto a la calidad, la norma ISO 9000 (2015:12) señala: "Calidad: grado en el que un conjunto de características inherentes a un objeto (producto, servicio, proceso, persona, organización, sistema o recurso) cumple con los requisitos.". Ello implica que un determinado producto o proceso cumpla con los requerimientos establecidos previamente. Según lo planteado por esta norma, las organizaciones buscan que sus procesos operativos cumplan con las expectativas de calidad para el logro de los objetivos y metas planteados por la alta dirección, alineados con las necesidades y expectativas de los clientes. Es por ello que se busca asegurar la calidad en los procesos de producción de una organización para evitar un producto defectuoso.

En cuanto a los principios de gestión de calidad, se utilizan para ser transmitidos por la alta dirección a la organización y son el marco de referencia que guíe a la misma, orientándola hacia la consecución de la mejora del desempeño de su actividad. Para la norma ISO 9001 (2015:2) "los principios de gestión de la calidad son: enfoque al cliente, liderazgo, compromisos de las personas, enfoque a procesos,

mejora, toma de decisiones basadas en evidencias, gestión de las relaciones".

Es significativo destacar que un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) comprende actividades mediante las cuales la organización identifica sus objetivos y determina los procesos y recursos requeridos para lograr los resultados deseados. Además, un SGC proporciona los medios para identificar las acciones y así abordar las consecuencias previstas y no previstas en la provisión de productos y servicios, por lo que las organizaciones gestionan sus relaciones con las partes interesadas pertinentes, tales como los proveedores.

En relación a la gestión de las relaciones, se refiere a cómo las partes interesadas pertinentes influyen en el desempeño de una organización. Es particularmente importante la gestión de las relaciones con la red de proveedores y socios aplicada en auditorías *in situ*. Tal como se señala en la norma ISO 9000(2015):

Los beneficios clave en la gestión de las relaciones constituyen el aumento del desempeño de la organización y de sus partes interesadas pertinentes respondiendo a las oportunidades y restricciones relacionadas con cada parte afectada, (p. 16). Es necesario desarrollar lazos estratégicos con los proveedores para ser más competitivos y mejorar los procesos productivos y obtener beneficios rentables, teniendo como resultado el éxito tanto la organización como los proveedores.

En cuanto al Control de los procesos, productos y servicios suministrados externamente, la organización debe determinar y aplicar criterios para la evaluación, la selección, el seguimiento del desempeño y la reevaluación de los proveedores externos, basándose en su capacidad para proporcionar procesos o productos y servicios de acuerdo con los requisitos. La organización debe conservar la información documentada de estas actividades y de cualquier acción necesaria que surja de las evaluaciones. Por consiguiente, y tal como expresa la norma ISO 9001 (2015: 26) “debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afecten de manera adversa a la capacidad de la organización de entregar productos y servicios conformes de manera coherente a sus clientes”, por lo que le corresponde a la organización asegurarse que los procesos suministrados externamente permanezcan dentro del control de su sistema de gestión de la calidad. Es importante definir los controles que se pretenden aplicar a un proveedor externo y a las salidas resultantes; el impacto potencial de los procesos, productos y servicios suministrados externamente en la capacidad de la organización de cumplir regularmente los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables para determinar la verificación, u otras actividades necesarias y asegurarse que los procesos, productos y servicios suministrados externamente cumplan los requisitos.

Cabe mencionar el Principio de Mejora Continua para la evaluación técnica de los proveedores de una organización, este conlleva una buena relación de una empresa con sus proveedores. Para ello, es fundamental que ambas partes puedan aumentar sus beneficios, optimizar sus costos y además, de mutuo acuerdo, puedan responder oportunamente y ser más flexibles a las exigencias de los clientes. Es por ello que se debe tener especial atención al momento de la escogencia de los proveedores ya que dependen de estos en gran medida, y por tanto se hace necesario crear vínculos estables basados en la confianza y en construir relaciones mutuamente beneficiosas.

Para que un negocio sea sostenible en el tiempo y en un mercado tan cambiante como el de hoy día, las empresas deben optimizarse en distintos niveles. Es necesario tener proyectos de mejora, que puedan emanar de diversas fuentes como: encuestas de satisfacción del cliente, evaluaciones de proveedores, auditorías, análisis de fallas, entre otros, para la mejora continua de los procesos, en concordancia con la Norma ISO 9001 (2015:22) que establece: “la organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente”. Tal como lo define la norma, se deben incluir reformas en los procesos de la organización considerando las necesidades y expectativas futuras de los clientes, así como nuevas ideas y reorganización, por lo

cual se debe incorporar sistemas innovadores que apunten a la vanguardia tecnológica para mejorar continuamente la conveniencia, adecuación y eficacia del sistema de gestión de la calidad.

En lo referente a los Sistemas de Información Empresarial (SIE), estos son sistemas de información de alcance corporativo que administran los datos de una organización y proporcionan información empresarial actualizada, oportuna y confiable a todas las unidades organizativas de la empresa que así lo requieran. Los SIE componen un conjunto de recursos que pertenecen a la empresa y que sirven como soporte para el proceso básico de captación, transformación y comunicación de la información.

En correspondencia con lo planteado se cita a Montilva y Barrios (2007), quienes hacen referencia a lo siguiente:

Los SIE persigue dos objetivos generales, administrar los datos de la empresa como activos o recursos corporativos y proveer la información empresarial que requieran sus usuarios, es decir, todos aquellos actores de la empresa que demanden información empresarial para realizar sus procesos de negocio, (p. 5).

Su importancia dentro del contexto empresarial radica en la posibilidad de gestionar y estructurar los datos de la empresa como recursos estratégicos de alcance corporativo, a partir de los cuales se podrá generar la información corporativa que las diferentes unidades de la empresa necesiten para operar eficaz y eficientemente. Es eficaz si facilita la

información necesaria, y es eficiente si lo realiza con los menores recursos posibles.

Igualmente, Montilva y Barrios (2007) explican la estructura de un SIE fundamentada en la distribución de datos de uso corporativo en un servidor centralizado y accesible desde cualquier computador-cliente conectado al Portal de Información empresarial proporcionada vía Intranet e Internet, (p. 6).

Por ello, un SIE debe adaptarse a las necesidades concretas de cada organización y a su estructura organizativa. Cuando se piensa en una implantación, generalmente las empresas disponen de algún tipo de información rudimentaria o básica, con distintos grados de calidad/fiabilidad y con niveles de accesibilidad mayores o menores.

Es relevante mencionar tres (03) actividades fundamentales de un SIE: recibir datos de fuentes internas o externas, actuar sobre los datos para procesarlos y distribuir información procesada para el usuario; así como las condiciones previas a cumplir para implantar con éxito un SIE, entre las cuales se encuentran: a) adaptación a las necesidades concretas de cada organización y a su estructura organizativa; b) se debe considerar una actividad integrada a otras actividades de la empresa; c) implicación total de la Dirección de la empresa; d) requiere de unos recursos mínimos; e) se debe nombrar a un responsable o animador-coordinador; f) tiene que existir un clima comunicacional favorable y trabajo en equipo que permita compartir la

información y conocimiento entre los diferentes departamentos.

En ese mismo orden de ideas, debe señalarse que la propuesta de diseño de Software para la Evaluación de Proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón se asumen los postulados de los SIE mediante el uso del tipo Enterprise Resource Planning (E.R.P.), el cual es un sistema de información integral que incorpora los procesos operativos y de negocio de una empresa, por ejemplo: producción, ventas, compras, logística, contabilidad (de varios tipos), gestión de proyectos, inventarios y control de almacenes, pedidos, nóminas. Este sistema actúa optimizando el desarrollo empresarial, participando en la reducción de tiempo y de los costos de los procesos, así como incrementa el rendimiento de la empresa.

El objetivo primordial de un E.R.P. es incrementar de forma radical la productividad de la organización, además de proporcionar a los clientes del negocio tiempo rápido de respuestas a sus problemas junto con un alto nivel de manipulación de información y disminución de los costos totales de operación, porque será un entorno virtual de evaluación que le permitirá a los usuarios disponer de una herramienta tecnológica para agilizar los procesos con calidad y eficiencia de acuerdo a la demanda del contexto actual.

En lo concerniente al ordenamiento jurídico el Estado Venezolano para sustentar las actividades referentes a la

incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en Venezuela, la cuales constituyen un aporte al presente estudio conviene mencionar las siguientes:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (CRBV) (1999) en su artículo 108 establece que el Estado garantizará los servicios de radio, televisión, redes de biblioteca y de informática reconociendo así el acceso universal de la información en todos los sectores como factor clave para el desarrollo económico del país. Además, señala que los centros educativos deben incorporar las tecnologías e innovaciones de acuerdo a lo establecido en la ley. Por lo que esta investigación se promueve la aplicación de las tecnologías para beneficio del sector educativo, empresarial y económico de la región venezolana.

Igualmente, la C RBV (ob,cit) en su artículo 110 acota que el Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional; también, destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. De allí que en este estudio se incorporará las tecnologías en atención a los requisitos establecidos en la normativa jurídica venezolana. En ese sentido, los usuarios del software empresarial podrán ofrecer un servicio eficiente en tiempo, económico y de importancia para la región, además de capacitar al personal y

promover el interés sobre el público interesado en relación a la aplicación de la tecnología en ese ámbito.

Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (2005) en su artículo 1, el cual orienta, organiza y establece los proyectos que se llevarán a cabo en materia de tecnología, fomentando la correcta implementación de los mecanismos establecidos en la ley, por lo que este estudio se rige por lo establecido en la presente normativa.

De la misma forma, *Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación* (Gaceta Oficial N° 38.242 de fecha 03 de agosto de 2005), presenta como objetivos fundamentales, establecer las bases de la política científica y tecnológica de la Nación, la organización del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como establecer los mecanismos institucionales y operativos para la promoción, estímulo y fomento de la investigación científica, la apropiación social del conocimiento y la transferencia e innovación tecnológica, todo ello en garantía de las organizaciones empresariales inmersas en el presente estudio acerca del software empresarial para la evaluación técnica de proveedores. La *Ley de Infogobierno* (2013), que tiene por objeto establecer las normas, principios y lineamientos aplicables a las tecnologías de

información que generen, con el fin de mejorar la gestión pública y hacerla transparente, facilitar el acceso de los ciudadanos a la información en sus roles de contralor y usuario, además de promover el desarrollo de las tecnologías de información libres en el Estado; y en concordancia con el artículo 4 de esta ley que señala el carácter público y estratégico de las tecnologías de información libres, como instrumento para garantizar la efectividad, transparencia, eficacia y eficiencia de la gestión pública; así como también profundizar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos.

Finalmente, se analizó la Norma ISO 9000 (2015), la cual señala que acogerse a un sistema de gestión de la calidad es una decisión estratégica para una organización; además, ésta debe asegurarse de que los procesos, productos y servicios suministrados externamente no afecten de manera desfavorable a la capacidad de la organización en la entrega de productos y servicios conformes a sus clientes. Esta norma está en conformidad con el presente estudio ya que se espera que los usuarios puedan utilizar la herramienta tecnológica de manera justa, confiable y sin demora en los procesos de evaluación técnica de proveedores del Complejo Petroquímico Morón de Venezuela.

METODOLOGÍA

Por ser un diseño fundamentado en la modalidad de Proyecto Factible, el estudio se elaboró en tres (3) fases:

Fase I: Diagnóstico situacional

Se desarrolló un diagnóstico situacional mediante un cuestionario para conocer la

opinión de la población sobre la mejora del proceso Evaluación técnica de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón (CPM), mediante el uso de un software empresarial.

Fase II: Estudio de factibilidad

Definiendo la factibilidad como “las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto” (Varela, 2010), se tomó como premisa que la organización posee los recursos necesarios para el diseño del software. Los aspectos tomados en cuenta para este trabajo son la Factibilidad Técnica, Factibilidad económica y Factibilidad social.

Fase III: Diseño de un software empresarial para la mejora del proceso de Evaluación Técnica de Proveedores

La presente investigación se sustenta en la Técnica de Modelado de Objetos (OMT, por sus siglas en inglés *Object Modeling Technique*), creada por Rumbaugh y Blaha (1991), la cual es una metodología de análisis y diseño de Software orientado a objetos, más empleados y eficientes que existen en la actualidad. La gran virtud que aporta esta metodología es su carácter de abierta (no propietaria), que le permite ser de dominio público y, en consecuencia, sobrevivir con enorme vitalidad. Esto facilita su evolución para acoplarse a todas las necesidades actuales y futuras de la ingeniería de software (p. 120).

La misma consta de las siguientes etapas:

Etapas 1. Análisis. El analista construye un modelo del dominio del problema, mostrando sus propiedades más importantes. Los elementos del modelo

deben ser conceptos del dominio de aplicación y no conceptos informáticos tales como estructuras de datos.

Etapas 2. Diseño del sistema. El diseñador del sistema toma decisiones de alto nivel sobre la arquitectura del mismo. Durante esta fase el sistema se organiza en subsistemas basándose tanto en la estructura del análisis como en la arquitectura propuesta.

Etapas 3. Diseño de objetos. El diseñador de objetos construye un modelo de diseño basándose en el modelo de análisis, pero incorporando detalles de implementación. El diseño de objetos se centra en las estructuras de datos y algoritmos que son necesarios para implementar cada clase.

Etapas 4. Implementación. Las clases de objetos y relaciones desarrolladas se traducen finalmente a una implementación concreta. Durante la fase de implementación es importante tener en cuenta los principios de la ingeniería del software de forma que la correspondencia con el diseño sea directa y el sistema implementado sea flexible y extensible.

En relación a la población de esta investigación, la misma estuvo conformada por ochocientos cinco (805) participantes, integrados por sesenta y tres (63) trabajadores que conforman la Gerencia Técnica, veinte y tres (23) de la Gerencia de Materiales, cuatrocientos veinticuatro (424) trabajadores que conforman la Gerencia de Mantenimiento, treinta y uno (31) de la Gerencia de Proyectos, catorce (14) trabajadores de la Gerencia de Contrataciones del Complejo Petroquímico

Morón, Estado Carabobo, y doscientos cincuenta (250) proveedores evaluados.

Por lo antes descrito en la presente investigación, se utilizaron los siguientes criterios para la selección de los estratos a ser considerados para la muestra:

1.- *Departamentos que gestionen y posean autoridad financiera para contratar.*

2.- *Departamento encargado de la Evaluación técnica de proveedores.*

3.- *Poseer cargos de gerente, superintendente, ingeniero de sección.*

4.- *Proveedores evaluados tipo A y B, y que se encuentren laborando en el Complejo Petroquímico Morón, hasta diciembre de 2016.*

Se determinó la fracción total de muestreo por estrato dividiendo el tamaño del estrato entre el tamaño de la población de

estudio, y se multiplicó la fracción total de muestreo por estrato por el tamaño de la muestra para obtener la cantidad de unidades de análisis de cada estrato que se integrarán a la unidad maestra.

La muestra estuvo conformada por ciento cincuenta y siete (157) integrantes, distribuido de la siguiente manera: tres (3) de la Gerente Técnica, uno (1) de la Gerencia de Materiales, ciento doce (112) de la Gerencia de Mantenimiento, uno (1) de la Gerencia de Proyectos, uno (1) de la Gerencia de Contrataciones, y treinta y nueve (39) empresas evaluadas que se encuentran laborando en el Complejo Petroquímico Morón, hasta diciembre de 2016.

RESULTADOS

Diagnóstico situacional

La información aportada por la muestra a través del cuestionario para conocer la opinión sobre la mejora del proceso Evaluación técnica de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón (CPM), mediante el uso de un software se resume a continuación; la respuesta (*R*) en cursivas, y los aspectos destacados en negrita corresponden al proceso de evaluación de proveedores.

Ítem N° 1. Los resultados de las Evaluaciones Técnicas a los proveedores que actualmente se ofrece son eficaces.

*R: 131 (84%) de los encuestados indican estar en desacuerdo en la **eficacia de los resultados** de las evaluaciones técnicas de los proveedores que se presentan actualmente.*

Ítem N° 2. El control y monitoreo de la Evaluación Técnica a los proveedores utilizados en la gerencia técnica contribuyen al logro de la gestión interna.

*R: 105 (67%) de los encuestados indican estar en desacuerdo en relación a los **controles y monitoreo** empleados por la gerencia técnica en el proceso de evaluación técnica de proveedores que contribuya al logro de su gestión interna.*

Ítem N° 3. Se comunican periódicamente a las Gerencias solicitantes el Listado actualizado de los resultados de los Proveedores Evaluados.

*R: 105 (68%) de los encuestados están en desacuerdo en la **periodicidad de la comunicación** del listado actualizado de los resultados de los proveedores evaluados.*

Ítem N° 4. Se presenta eficazmente información documentada del proceso de la evaluación técnica de cada proveedor a las gerencias solicitantes.

*R: 79 (50%) de los encuestados indicaron estar en desacuerdo en cuanto a la **eficacia de la presentación de la información documentada** de la evaluación técnica que se realiza a cada proveedor.*

Ítem N° 5. El almacenamiento de la información documentada de la Evaluación técnica de proveedores se realiza de manera óptima.

R: 79 (50%) de los encuestados indicaron estar en desacuerdo en cuanto la manera como se realiza el **almacenamiento de la información documentada** de la evaluación técnica que se realiza a cada proveedor.

Ítem N° 6. El tiempo de entrega de resultado de las Evaluaciones técnicas de proveedores es óptimo.

R: 157 (100%) de los encuestados coincidieron estar en desacuerdo que el **tiempo para la recepción de los resultados** de las evaluaciones técnicas de proveedores es óptimo.

Ítem N° 7. La empresa cuenta con instrumentos tecnológicos para realizar el proceso de Evaluación Técnica de Proveedores.

R: 79 (50%) de los encuestados indicaron estar de acuerdo en que la empresa cuenta con los **instrumentos tecnológicos** para la realización del proceso de Evaluación técnica de proveedores.

Ítem N° 8. Se utilizan sistemas informáticos eficientes que permiten obtener efectividad en el proceso de Evaluación Técnica de Proveedores.

R: 131 (84%) de los encuestados indicaron estar en desacuerdo en el empleo de **sistemas informáticos eficientes** que le permitan obtener efectividad en el proceso de evaluación técnica de proveedores.

Ítem N° 9. El proceso de Evaluación Técnica a los proveedores permite a la empresa obtener resultados acordes a los objetivos planteados.

R: 79 (50%) de los encuestados indicó estar de acuerdo, mientras el 33% expresó estar totalmente de acuerdo con la evaluación técnica de proveedores le permite a la **empresa** obtener resultados conforme a los **objetivos planteados**.

Ítem N° 10. El proceso de Evaluación Técnica permite a los proveedores obtener resultados acordes a los objetivos planteados.

R: 79 (50%) de los encuestados indicaron estar de acuerdo, mientras el 33% expresó estar totalmente de acuerdo, debido a que la evaluación técnica permite a los **proveedores** obtener resultados conforme a los **objetivos planteados**.

Ítem N° 11. El proceso de Evaluación Técnica de proveedores demuestra contar con presupuesto para la ejecución y mantenimiento del mismo.

R: 79 (50%) de los encuestados indicaron estar de acuerdo que el proceso de evaluación técnica de proveedores cuenta con **presupuesto** para la ejecución y mantenimiento del mismo.

Ítem N° 12. Se considera suficiente la emisión de la Comunicación de Resultados a los clientes internos para medir el desempeño del Proceso de Evaluación de Proveedores del Departamento.

R: 105 (68%) de los encuestados indicaron estar en desacuerdo en que la emisión de una comunicación de resultados es el único **instrumento** para estimar el desempeño del proceso de evaluación técnica de proveedores.

Ítem N° 13. Con la emisión de la Comunicación de Resultados de la Evaluación técnica de Proveedores permite la toma de decisiones oportuna para el cumplimiento de las metas establecidas por el CPM.

R: 131 (84%) de los encuestados indicaron estar de acuerdo y el 16 % expresó estar totalmente de acuerdo con la emisión de la comunicación de resultados de la Evaluación técnica de proveedores permite la **toma de decisiones** oportuna para el cumplimiento de las metas establecidas por el Complejo Petroquímico de Morón.

Ítem N° 14. Optimizar el proceso de evaluación técnica de proveedores servirá como plataforma para mejorar el desempeño futuro de la Gerencia Técnica para el logro de los objetivos propuestos.

R: 131 (84%) de los encuestados indicaron estar totalmente de acuerdo y el 16 % manifestó estar de acuerdo con la necesidad de la optimización del proceso de evaluación de proveedores para así **mejorar** el desempeño en el futuro de la gerencia técnica y así poder lograr cumplir con los objetivos propuestos.

Ítem 15: Un instrumento tecnológico para el control adecuado de la gestión del proceso Evaluación Técnica de proveedores conducirá a optimizar el mismo.

R: 131 (84%) de los encuestados indicaron estar totalmente de acuerdo y el 16 % manifestó estar de acuerdo con la incorporación de un **instrumento tecnológico** para el control adecuado del proceso técnico de proveedores.

De la información anterior (sombreada), se evidencia la necesidad de incorporar una herramienta tecnológica para la evaluación técnica de proveedores en el Complejo Petroquímico Morón.

Estudio de factibilidad

En cuanto a la factibilidad técnica, la empresa Petroquímica de Venezuela, S.A., cuenta con el personal necesario para el desarrollo del modelo de software empresarial, dado que posee equipos de computación, tecnología, soporte técnico, entre otros, por lo que es viable la aplicación del diseño, ya que no presenta dificultades en el uso de estos recursos.

En relación a la factibilidad económica, esta propuesta es económicamente viable, ya que la empresa Petroquímica de Venezuela, S.A cuenta con los recursos para la ejecución de la misma, los cuales están contemplados en el plan estratégico petroquímico, mejorando así el flujo de información en las diferentes gerencias y empresas evaluadas.

En lo concerniente a la factibilidad social, la empresa mencionada dispone de los recursos necesarios para ser ejecutada operativamente, ya que se cuenta con el capital humano necesario para la implementación. El impacto que tendrá en las gerencias y proveedores evaluados involucrados, es totalmente factible ya que la organización generará nuevas herramientas para mejorar el estándar de trabajos que realiza empresa contratistas que laboran actualmente.

Diseño de un software para la mejora del proceso de Evaluación de Proveedores

Analizada la información obtenida a través de la encuesta aplicada, identificados los factores críticos en cuanto la evaluación técnica de proveedores y su gestión, y realizado el respectivo estudio de factibilidad, se desarrolla un modelo de software para evaluación técnica de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón (Pequiven). Este modelo de software se basa en un enfoque para mejorar la evaluación técnica de los proveedores que se viene realizando actualmente, enmarcado dentro del Decreto 3.390 Artículo 1 (Gaceta N° 38.095) con la finalidad de ofrecer rapidez a toda la cadena productiva. Su desarrollo siguió las etapas de análisis, diseño del sistema, diseño de objetos e implementación.

Etapa 1. Análisis: el analista construye un modelo del dominio del problema, mostrando sus propiedades más importantes. Los elementos del modelo deben ser conceptos del dominio de aplicación y no conceptos informáticos tales como estructuras de datos.

Durante esta etapa se analizan los requerimientos presentados en el proceso de Evaluación de proveedores para la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón, PEQUIVEN, mediante un modelo de análisis resumido y preciso de lo que debe hacer el sistema deseado y se representan funcionalidades. En esta etapa se define la funcionalidad en forma más detallada y solución a nivel lógico basado en los requerimientos.

El diagrama de flujo del Proceso de Evaluación de proveedores para la

Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de PEQUIVEN muestra de manera resumida los requerimientos solicitados para que el

sistema ejecute. En la figura 2 se muestran los pasos a efectuar durante la ejecución del proceso y que origina la elaboración del software para mejorar el proceso.

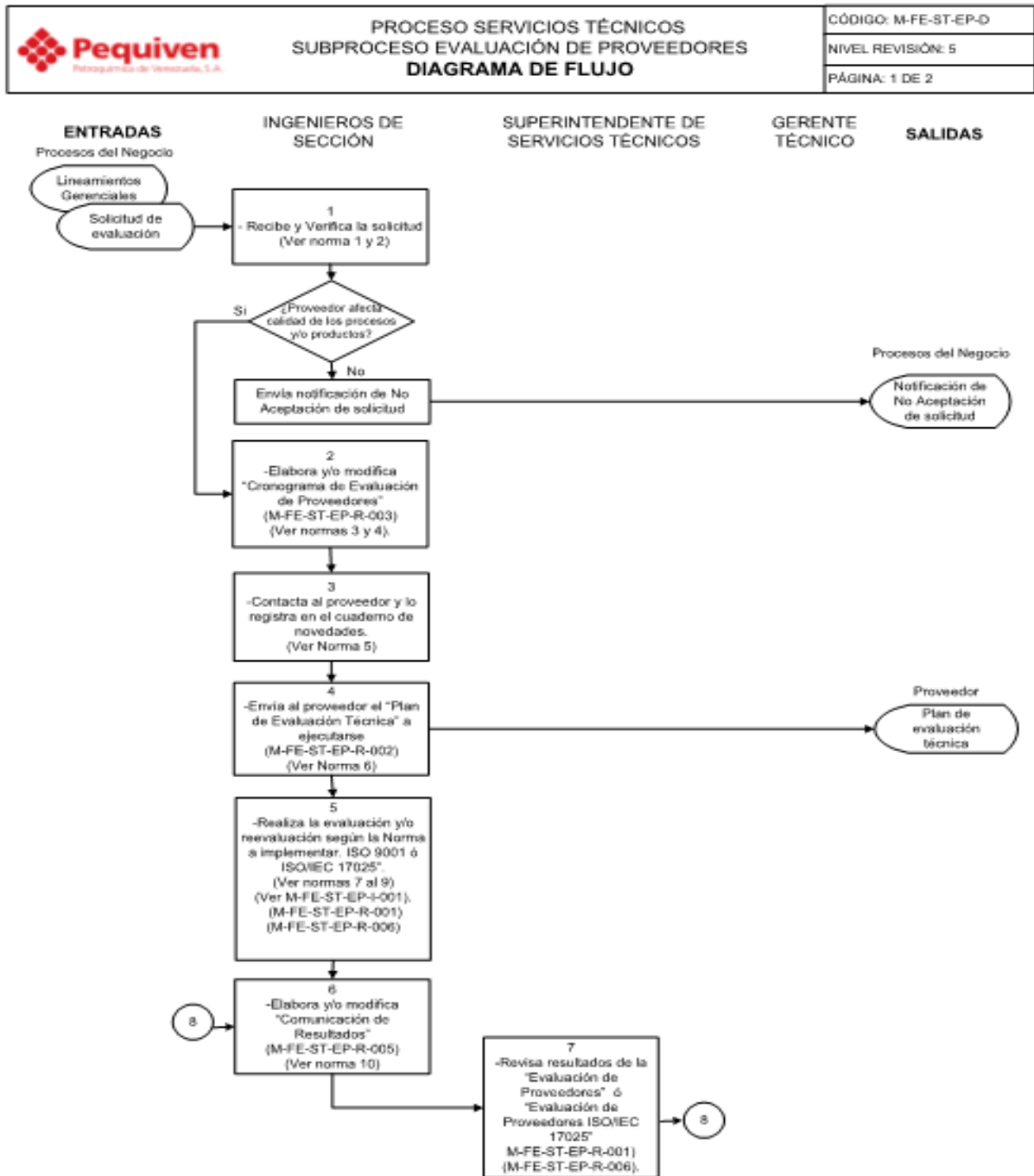
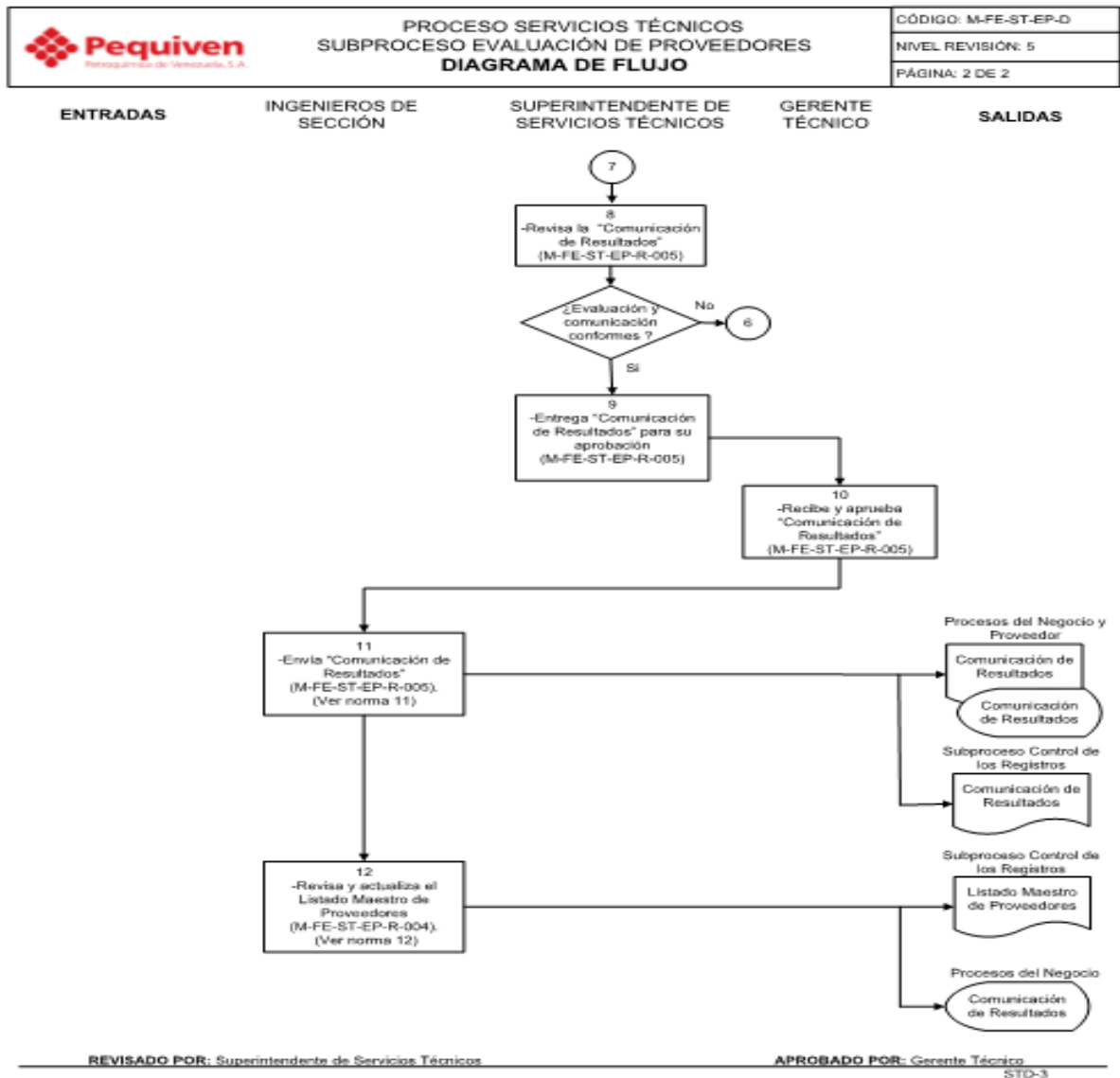


Figura 2.- Diagrama de Flujo Evaluación Técnica de Proveedores.



Continuación... Figura 2.- Diagrama de Flujo Evaluación Técnica de Proveedores.

Etapa 2. Diseño del sistema. El diseñador del sistema toma decisiones de alto nivel sobre la arquitectura del mismo. Durante esta fase, el sistema se organiza en subsistemas basándose tanto en la estructura del análisis como en la arquitectura propuesta. Se selecciona una estrategia para afrontar el problema. Principalmente en esta etapa se define la

funcionalidad en forma más detallada y solución a nivel lógico basado en los requerimientos. Una vez analizado la información en la observación directa y la encuesta ya se cuenta con los parámetros, características y datos necesarios para proceder a modelar el sistema actual. (Ver cuadro 1).

Cuadro 1. *Flujo de información de Evaluación Técnica de Proveedores*

FLUJO DE INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN												
Solicitud de servicio de evaluación de proveedor.	Esto conlleva a la programación de trabajo debido a la solicitud que el cliente interno de las gerencias envíe mediante correo electrónico y de ser el caso ser anotado en una libreta donde se maneja el flujo de información de administración de solicitudes.												
Planificación de la evaluación del Proveedor solicitado.	Consiste en llevar a cabo la planificación de la visita al proveedor por medio de llamadas y comunicaciones vía correo electrónico, Formulario "Plan de Evaluación Técnica" (M-FE-ST-EP-R-002) debido al flujo constante de clientes es necesario ser atendidos por orden de llegada de solicitudes.												
Tiempo de respuesta a su solicitud	Este es el tiempo que el cliente espera luego de la evaluación y el informe técnico al proveedor se haya realizado, de tener clientes anteriores debe realizar la espera de su turno.												
Información de Servicio de Evaluación técnica	El evaluador / auditor cumplió el rol que le compete al realizar la evaluación técnica del proveedor mediante el formato de "Evaluación de Proveedores" (M-FE-ST-EP-R-001).												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CATEGORÍA</th> <th>ESCALA</th> <th>CLASIFICACIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TIPO A</td> <td>86 – 100 Puntos</td> <td>Confiable</td> </tr> <tr> <td>TIPO B</td> <td>5 – 85 Puntos</td> <td>Aceptable/Requiere Mejoras</td> </tr> <tr> <td>TIPO C</td> <td>≤ 74 Puntos</td> <td>No cumple/Requiere Mejoras</td> </tr> </tbody> </table>		CATEGORÍA	ESCALA	CLASIFICACIÓN	TIPO A	86 – 100 Puntos	Confiable	TIPO B	5 – 85 Puntos	Aceptable/Requiere Mejoras	TIPO C	≤ 74 Puntos	No cumple/Requiere Mejoras
CATEGORÍA	ESCALA	CLASIFICACIÓN											
TIPO A	86 – 100 Puntos	Confiable											
TIPO B	5 – 85 Puntos	Aceptable/Requiere Mejoras											
TIPO C	≤ 74 Puntos	No cumple/Requiere Mejoras											
Solución a la Solicitud	El cliente recibe por parte de la Superintendencia de servicios técnicos la "Comunicación de Resultados" (M-FE -ST-EP-R-005).												

Fuente: Velásquez, C. (2017) a partir de observación directa.

Etapas 3. Diseño de objetos. El diseñador de objetos construye un modelo de diseño basándose en el modelo de análisis, pero incorporando detalles de implementación. El diseño de objetos se centra en las estructuras de datos y algoritmos que son necesarios para implementar cada clase.

OMT describe la forma en que el diseño puede ser implementado en distintos lenguajes (orientados y no orientados a objetos, bases de datos, entre otros.). En este caso en particular, se utilizó el gestor documental DOGMA para el diseño de objetos e interfaces que permitan interactuar con la base de datos, facilitar la administración de la base de datos y

disminuir la fase de implementación, ya que tiene desarrolladas las funcionalidades básicas de software como por ejemplo la definición de perfiles de usuarios. Es por ello que el lenguaje propuesto fue JAVA ya que la solución DOGMA está desarrollada en este lenguaje de programación, y se basó en la generación de formularios, los cuales pueden actuar, a su vez, como pantallas de actualización, contenido de páginas HTML, informes o reportes y como pantallas de consulta.

En otras palabras, el diseño de estos formularios por DOGMA los ejecuta en la secuencia que sea necesario, por lo que la secuencia normal de ejecución de programas en una aplicación tradicional pasa a ser una ejecución de formularios. Lo anterior hace que la navegación sea muy sencilla ya que puede realizarse por menús desplegados como cualquier interfase Web/Windows, por iconos o, si fuese necesario, vía navegación tradicional vía árbol de opciones.

Etapas 4. Implementación. Las clases de objetos y relaciones desarrolladas durante el análisis de objetos se traducen finalmente a una implementación concreta. Durante la fase de implementación es importante tener en cuenta los principios de la ingeniería del

software de forma que la correspondencia con el diseño sea directa y el sistema implementado sea flexible y extensible.

Necesidades de Hardware

- a) Procesador: Intel Core i3. 2.1 GHz.
- b) Memoria RAM: 2 GB.
- c) Sistema Operativo: Windows 7 O Linux.
- d) Disco Duro: 250 Gb.
- e) 3 Puertos USB, 1 Puerto Ethernet, Wi-Fi
- f) CD-DVD ROM 52x
- g) Modem, Router Inalámbrico y Servidor de Internet

Necesidades de Software:

- a) Software de Macromedia Estudio MX.
- b) Javascript
- c) Servidor Web APACHE con extensiones PHP6.
- d) Servidor de base de datos PostgreSQL o MySQL
- e) Software Microsoft Office 2007 ó superior.
- f) Conexión fija a Internet.

La estructura e imágenes de la herramienta tecnológica se presentan en el cuadro 2 y figuras de la 3 a la 14 en los siguientes apartes.

Presentación de la Propuesta de Diseño del Software

El diseño del software empresarial para la Optimización del proceso de

evaluación técnica de proveedores para la Gerencia técnica del Complejo Petroquímico Morón de PEQUIVEN tendrá estructura presentada en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estructura secuencial de pantallas del Software

Orden	Acción	Descripción
01	Portada del Software	Inicio de sesión. Esta pantalla muestra el entorno virtual del Software, con el propósito que el usuario conozca cómo tener acceso y pueda avanzar a la pantalla siguiente. (Ver figura 3).
02	Panel principal del Software	En esta pantalla se observa el panel principal del software, en el centro de la pantalla se muestra de manera general el total de usuarios adscritos, total de empresas cuyas evaluaciones están vencidas, evaluaciones pendientes por efectuar, total de evaluaciones efectuadas cuyo resultados fueron categorizadas como Tipo B o Tipo C (aceptable con observaciones y No cumplen), evaluaciones pendientes por efectuar, total de evaluaciones efectuadas cuyo resultados fueron categorizadas como Tipo A (cumplen) y el Total General desde la creación del proceso de evaluación técnica de proveedores. En el lado izquierdo de la pantalla se muestran cada una de las acciones a efectuar por parte del Usuario. (Ver figura 4).
03	Panel Data maestra de Usuarios en el entorno del Software	En esta pantalla se muestra la Data maestra de usuarios que tienen acceso al Software e identifica las responsabilidades de cada uno (usuario interno o externo, administrador). (Ver figura 5).
04	Panel Data Maestra de empresas Evaluadas por años anteriores en el entorno del Software	En esta pantalla se muestra la Data Maestra de empresas evaluadas por años anteriores. En la misma se evidencia nombre, ubicación geográfica, especialidad de la empresa, clasificación (confiable, aceptable, no cumple), año de la última evaluación, RIF. (Ver figura 6).
05	Lista General de Empresas a ser evaluadas en el entorno del Software	En la pantalla se muestra la Lista General de Empresas a ser evaluada. Se detalla la empresa y las acciones a realizar, la cual se basa en la generación de la solicitud de evaluación a la empresa. (Ver figura 7).
06	Solicitud de Evaluación en el entorno del Software	En la pantalla se describe el objetivo para la solicitud de la Evaluación e identificar la empresa al cual va dirigida. (Ver figura 8).
07	Plan de Evaluación en el entorno del Software	En la presente pantalla se selecciona Plan de Evaluación, en el cual se evidencia el alcance de la evaluación. La empresa próxima a evaluar puede ser revisada por los usuarios autorizados a ingresar al software. (Ver figura 9).

Continuación... Cuadro 2. Estructura secuencial de pantallas del Software

Orden	Acción	Descripción
08	Periodos de la Evaluaciones Técnica de proveedores en el entorno del Software	En esta pantalla se selecciona la sección de los Periodos de la Evaluaciones Técnica de proveedores. Allí se evidencia los años, en los cuales se tiene registros de evaluación técnica de proveedores. (Ver figura 10).
09	Grado de Control para la Evaluación Técnica de Proveedores en el entorno del Software.	En la presente pantalla se evidencia el tipo de grado de control que se efectúa para la Evaluación Técnica de proveedores. (Ver figura 11).
10	Estatus del Sistema en el entorno del Software	En esta pantalla se muestra el estatus del sistema, en la cual se evidencia la cantidad de empresas evaluadas y que se encuentran activas; así como la cantidad de empresas que no han sido evaluadas y que se encuentran inactivas. (Ver figura 12).
11	Plan de Evaluación Técnica Generada en el entorno del Software	En esta pantalla se evidencia el plan de evaluación técnica generado una vez que se llenaron los datos en la pantalla 08. (Ver figura 13).
12	Formulario para Administración de Usuarios en el entorno del Software.	La presente pantalla solo es vista por el administrador del sistema, quien es el autorizado para llenar el formulario para administración de usuarios. (Ver figura 14),

Fuente: Velásquez (2019)

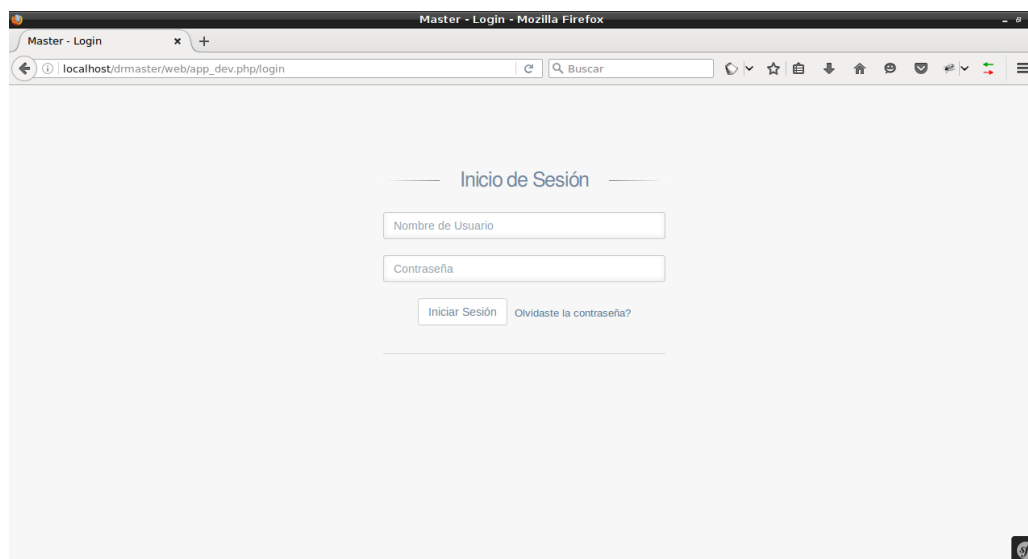


Figura 3. Portada del Software.

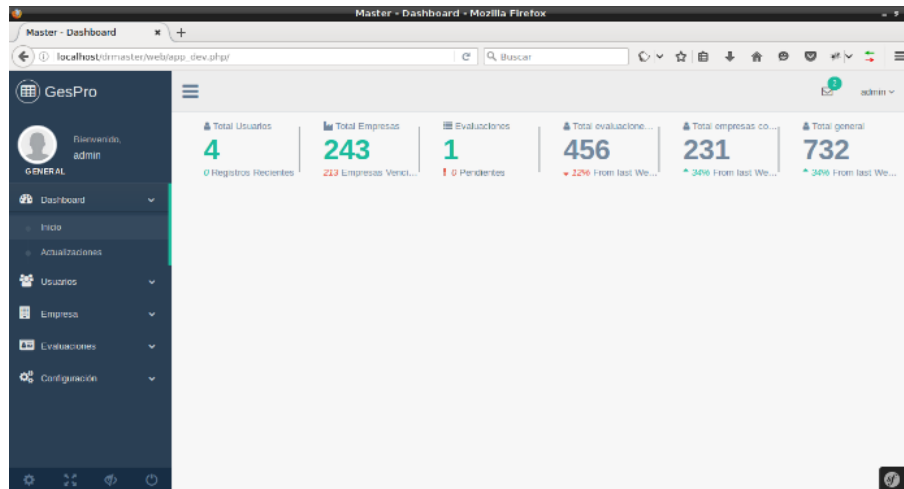


Figura 4. Panel principal del Software.

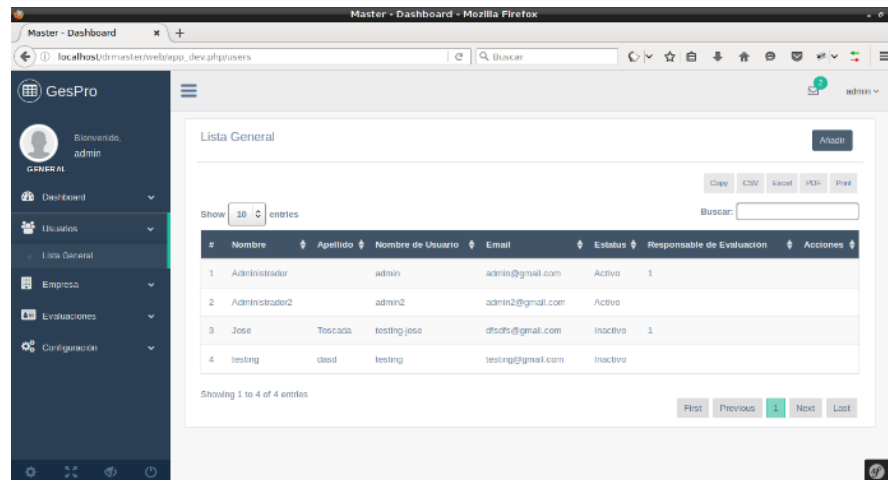


Figura 5. Panel Data maestra de Usuarios en el entorno del Software.

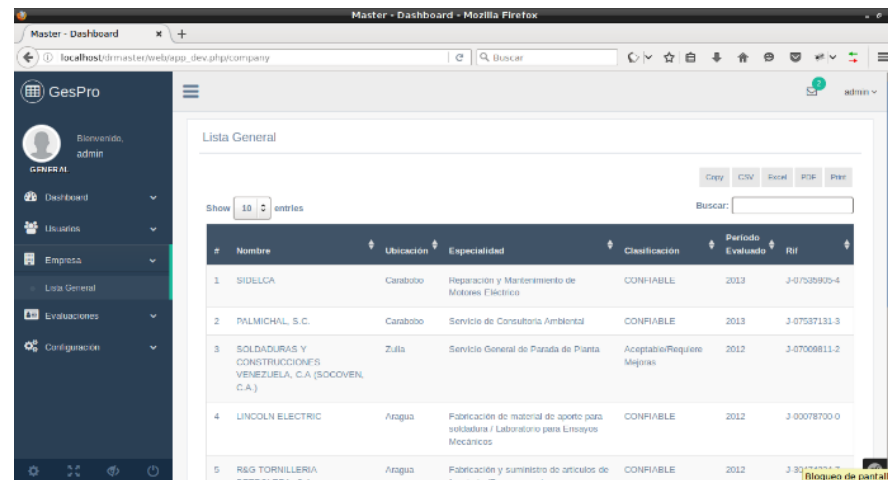


Figura 6. Panel Data Maestra de empresas Evaluadas por años anteriores en el entorno del Software.

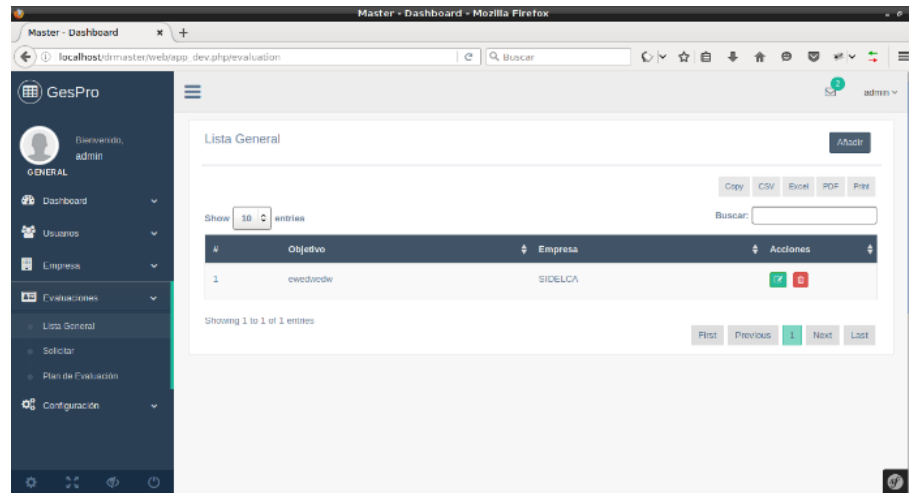


Figura 7. Lista General de Empresas a ser evaluadas en el entorno del Software.

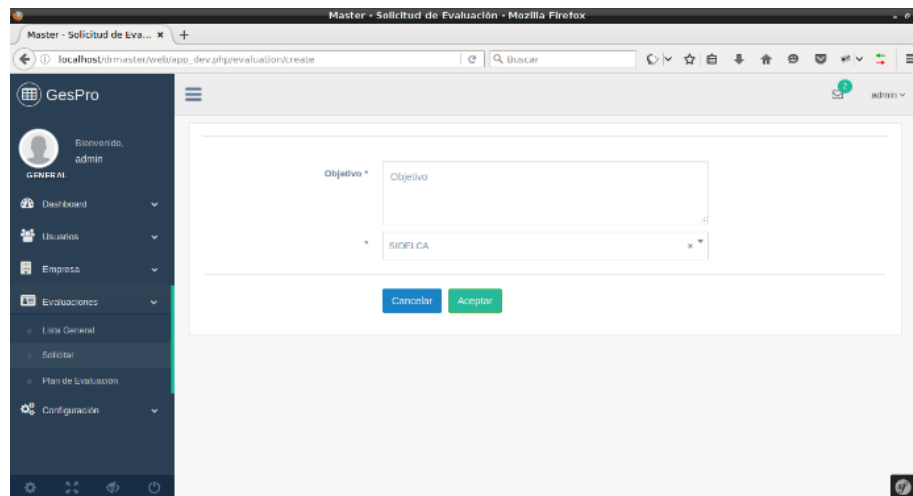


Figura 8. Solicitud de Evaluación en el entorno del Software.

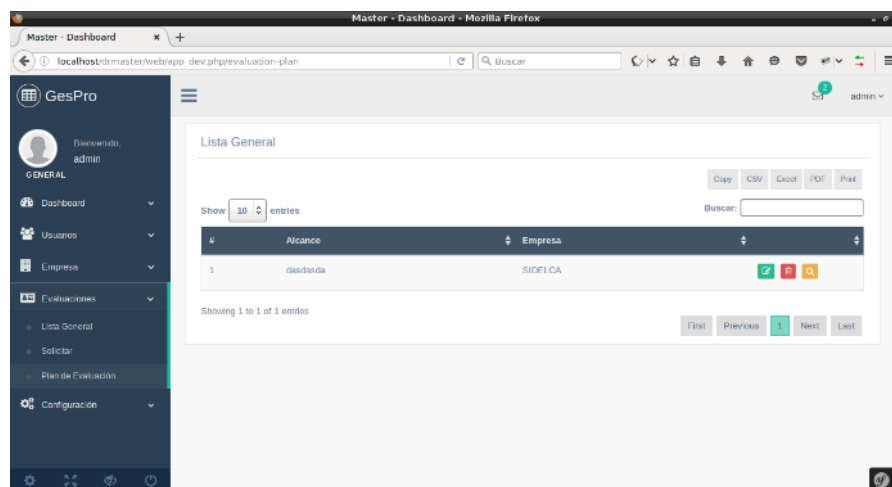


Figura 9. Plan de Evaluación en el entorno del Software.

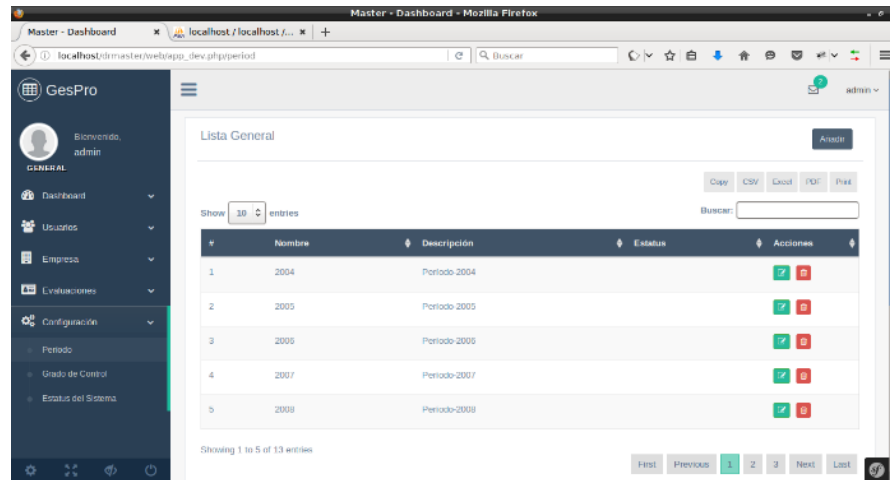


Figura 10. Periodos de la Evaluaciones Técnica de proveedores en el entorno del Software.

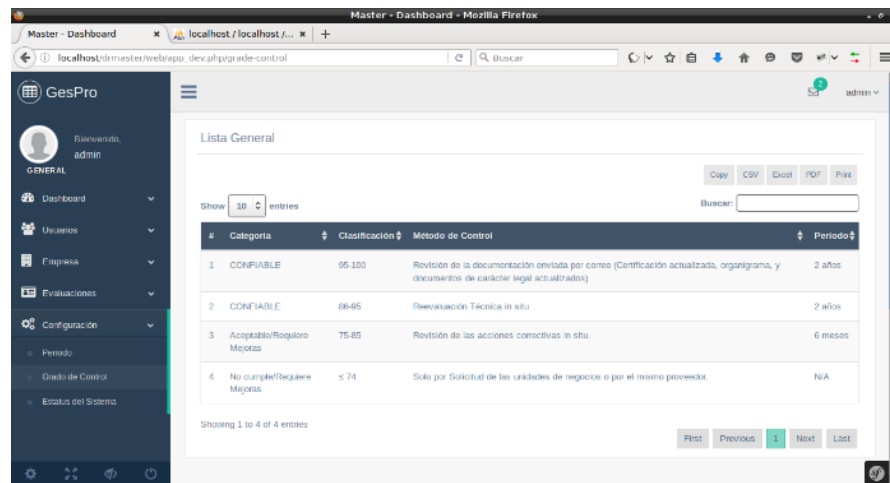


Figura 11. Grado de Control para la Evaluación Técnica de Proveedores en el entorno del Software.

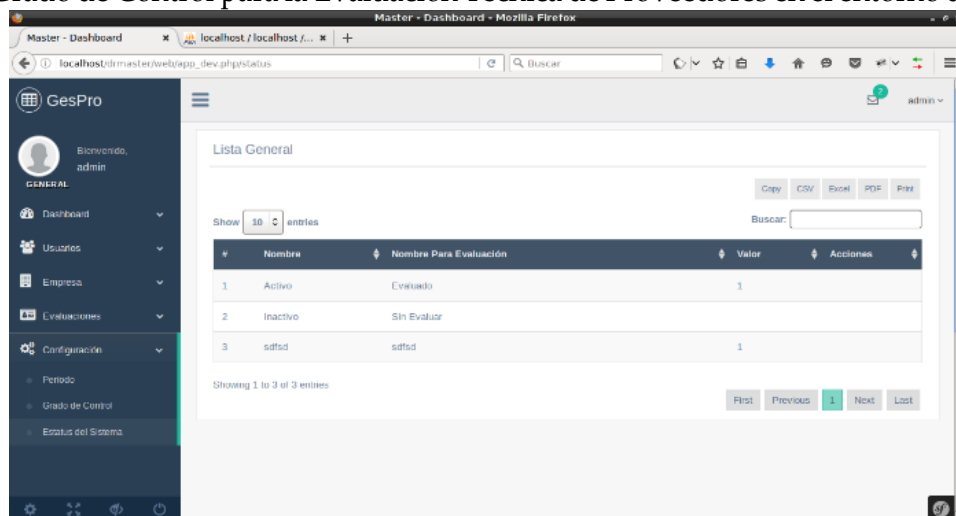


Figura 12. Estatus del Sistema en el entorno del Software.

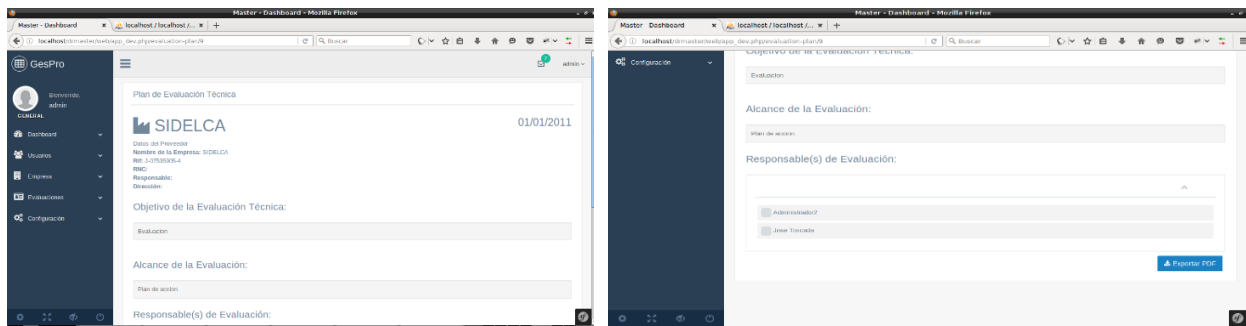


Figura 13. Plan de Evaluación Técnica Generada en el entorno del Software.

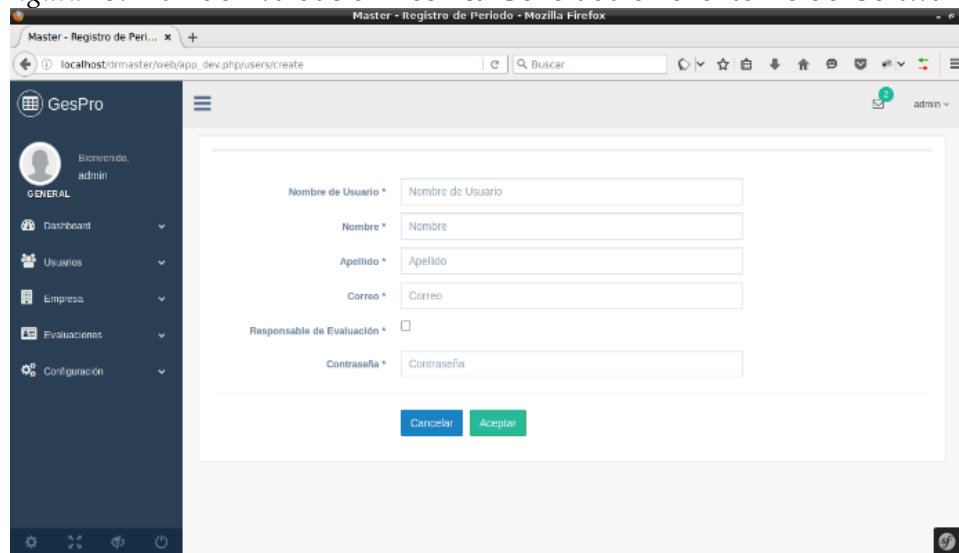


Figura 14. Formulario para Administración de Usuarios en el entorno del Software.

El modelo de software presentado fue creado sobre la base de las necesidades detectadas en la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón. El proceso de evaluación de proveedores mostrado se ajusta a la realidad de esta empresa, rasgo que concuerda con lo expresado por Mazo, Giraldo, & Parra, (2011) quienes señalan que cada empresa es un caso particular y la elección de los métodos de aproximación y de decisión final en la evaluación de proveedores estará determinada por la complejidad de su gestión de abastecimiento, el modelo de negocio, la disponibilidad de información y su nivel

interacción con las partes involucradas en el proceso de decisión.

Adicionalmente el modelo de software elaborado despliega información de importancia al usuario tal como la lista de proveedores que cumplan con las características impuesta por él mismo, permitiendo hacer la selección del proveedor en ese momento o profundizar en dicha información. Esta característica es presentada como próspera en el trabajo realizado por Guarín, Carmona y Parra (2005), el cual versa sobre un software para la selección de proveedores.

Así mismo, el modelo de software elaborado busca la reducción de los tiempos de digitación y tramitación de planillas; la provisión de información en tiempo real; la reducción de errores de tramitación y de digitación; cruce de información automática; la generación de indicadores en tiempo real; la calidad en la

información; la minimización el riesgo de pérdida de información; y la consolidación de reportes. Los elementos descritos son beneficios señalados por Saavedra (2017) quien propone una mejora basada en la implementación de un software de control de inventarios que permita la evaluación y la selección de proveedores.

CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones se derivan del análisis e interpretación, de los resultados obtenidos en la presente investigación, en función a los objetivos formulados, cuyo objetivo principal fue diseñar un software para la mejora del proceso de evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Pequiven, S.A., mediante el análisis de las diferentes fuentes consultadas y la adecuada interpretación de los resultados. En relación al diagnóstico de la situación actual del proceso de evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Pequiven, S.A. se evidencia que aunque se emiten resultados de las evaluaciones técnicas realizadas a los proveedores, estos no son eficaces y el tiempo de entrega de los mismos no es óptima, lo cual impide una adecuada evaluación y control de la gestión con miras a lograr su mejoramiento continuo, imposibilitando el cumplimiento de los objetivos organizacionales. Con respecto a la factibilidad técnica, económica y social necesaria para la elaboración de un software para la

evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo Petroquímico Morón de Pequiven, S.A. se resalta el mobiliario tecnológico que posee la empresa para el desempeño del proceso de evaluación técnica de proveedores, así como el presupuesto económico para la ejecución y mantenimiento del mismo. Es muy importante resaltar lo imprescindible de incluir al recurso humano responsable de la ejecución del proceso de evaluación técnica de proveedores en la empresa, ya que son los protagonistas naturales llamados a relacionarse directamente en los procesos de implementación, seguimiento y actualización. La elaboración de un software es un mecanismo cuya utilidad depende en gran medida de su correcta aplicación y desarrollo, de allí la trascendental importancia de involucrar al personal que es responsable de ejecutar las estrategias, planes y objetivos en la gerencia técnica.

Finalmente, se concluye la necesidad de desarrollar un modelo de software para la evaluación de proveedores de la Gerencia Técnica del Complejo

Petroquímico Morón de Pequiven, S.A. El modelo de software propuesto inicia con la solicitud de evaluación técnica de proveedores, seguido de establecer los objetivos y alcance de la evaluación planteada, que permitan medir el grado de importancia para la organización,

continuando con un plan de comunicación para dar seguimiento a la solicitud y finaliza con la emisión de la comunicación de resultados detallando las observaciones que se detectaron durante la ejecución de la auditoria *in situ*.

REFERENCIAS

- Carmona, G. (2005). *Software para la selección automática de proveedor de la confección (Trabajo de Grado)*. Universidad EAFIT; Medellín Departamento de Antioquia, Colombia.
- Castaño, A; Martínez, y Ruiz, C. (2011). *Optimización de Selección de Proveedores Integrando un Árbol de Decisión a un Proceso de Negocio (Tesis Doctoral)*. Universidad Pontificia de Salamanca, Madrid, España.
- Castillo, F. (2014). *Las tecnologías de información y comunicación como medio de flexibilización de las relaciones laborales (Tesis Doctoral)*. Universidad de Carabobo, Estado Carabobo. Venezuela.
- Carreyo, L. (2015). *Propuesta de software educativo como estrategia instruccional para los facilitadores del programa de seguridad, higiene y ambiente del Complejo Petroquímico Morón. (Trabajo de Grado)*. Maestría en Tecnología Educativa, Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Nacional (UNEFA), Carabobo, Venezuela.
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999). Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela año cxxvii __ mes VI caracas, viernes 24 de marzo de 2000,5423. (Extraordinaria. Caracas, Venezuela.
- Decreto N° 3.390. La Administración Pública Nacional empleará prioritariamente Software Libre. Gaceta oficial N° 38.095. Caracas 28 de Diciembre de 2004.
- Guarin, Á, Carmona, G. y Parra, J. (2005). Software para la selección automática de proveedores de la confección. *Revista Universidad EAFIT*, 41(140), 75-94. <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/824/734>
- La Salvia, W. (2014). *Estrategias para la aplicación de nuevas Tecnologías de Información y Comunicación como herramienta gerencial en el ejercicio del contador público independiente en Maracay estado Aragua (Trabajo de Grado)*. Universidad de Carabobo, Venezuela.
- Ley de Infogobierno (2013) Gaceta Oficial N° 40.274 del 17 de octubre, Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. <http://www.unefa.edu.ve/tic/pdf/infogobierno.pdf>
- Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2005) Gaceta Oficial N° 38.242. La Asamblea Nacional de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas: Venezuela.
- Mazo, A. Z., Giraldo, É. Y. G., & Parra, P. A. M. (2011). La evaluación de proveedores en la gestión del abastecimiento en las empresas del sector textil, confección, diseño y moda en Colombia. *Revista Politécnica*, 7(13), 79-89.
- Montilva, J. y Barrios, J. (2007). Desarrollo de software empresarial. luiscastellanos.files.wordpress.com/2014/02/desarrollo-de-software-empresarial-jonas-montilva-v0.pdf. Consulta: 2016, Octubre 10.

Norma ISO 9000:2015. *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y Vocabularios*. AENOR. Madrid, España.

Norma ISO 9001:2015. *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos*. ISO: Ginebra.

Norma ISO 9001:2008. *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabularios*. AENOR. Madrid, España.

Pinedo, N. (2008). Sistema de evaluación y homologación de proveedores (Trabajo de grado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru.

Romero, M. (2010). *Tecnologías de información en la toma de decisiones operativas en empresas petroleras del estado Zulia*. Trabajo de Grado para optar al grado de Magisters Scientiarum en Gerencia de Empresas, mención Gerencia Industrial en la Universidad Dr. Rafael Bellosó

Chacín (URBE), Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela.

Rumbaugh, J., Blaha, M., Premerlani, W., Hedi, F. y Lorensen, W. (1991). *Modelado y diseño orientados a objetos. Metodología OMT*. Editorial Prentice Hall 1991. Primera reimpresión. Madrid Prentice Hall.

Saavedra, N. (2017). *Criterios de Evaluación para Proveedores de Software para Control de Inventarios*. (Trabajo de grado). Especialización en Gerencia Logística Integral Facultad de Ingeniería Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

Varela, R. (2010). Estudio de factibilidad y proyectos. estudiodefactibilidad.blogspot.com/2010/09/factibilidad-y-viabilidad.html

Autores

Carlos Velásquez. Ingeniero Mecánico. Magister en Administración de Empresas, Mención Gerencia. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1716-789X>

Email: carlosveortiz@gmail.com

Aleida Aular. Licenciada en Educación. Doctora en Innovaciones Educativas. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8832-7969>

Email: aaular@uc.edu.ve

Enrique Flores Castillo. Ingeniero Mecánico, Magister en Matemática y Computación. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7605-3286>

Email: evflores@uc.edu.ve

Recibido: 27-03-2020

Aceptado: 17-10-2020

Enseñanza y evaluación en carreras de ingeniería en tiempos de pandemia: la experiencia de Colombia

Teaching and assessment in engineering programs in pandemic times: the experience of Colombia

**Isolda Mercedes Erck, Héctor Darío Enríquez, Víctor Andrés Kowalski,
Roberto Gabriel Giordano Lerena, Sandra Daniela Cirimelo**

Palabras clave: enseñanza, evaluación, carreras de ingeniería, pandemia

Key words: teaching, assessment, engineering programs, pandemic

RESUMEN

El presente trabajo muestra resultados parciales de un taller desarrollado por el Laboratorio MECEK y el Grupo de Investigación en Competencias en Ingeniería – UFASTA, de Argentina. Ambos fueron invitados por la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), para llevar adelante esta actividad en el marco del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería 2020. Se plantearon interrogantes sobre: los cambios implementados en la enseñanza de las ingenierías en el contexto de la pandemia del COVID-19; la consideración de la Formación por Competencias y del Aprendizaje Centrado en el Estudiante en las prácticas de enseñanza y evaluación; las intenciones en el colectivo docente de replicar lo realizado en tiempos de presencialidad. El trabajo se estructuró como una investigación mixta, con alcance descriptivo, bajo la modalidad de proyecto factible y siguiendo un diseño de campo. Se identificaron algunas debilidades tanto en la enseñanza como en la evaluación, desde el punto de vista de la Formación por Competencias y el Aprendizaje Centrado en el Estudiante. También se observaron algunos avances y una tendencia favorable al cambio de las prácticas en el aula, sean físicas o virtuales, así como una predisposición para replicar lo hecho en el corto plazo, ante una eventual modalidad mixta.

ABSTRACT

This work presents partial results of a workshop developed by Laboratorio MECEK and Grupo de Investigación en Competencias en Ingeniería – UFASTA, from Argentina. Both were invited by Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), to carry out this activity within the framework of the 2020 International Engineering Education Meeting. Research questions were raised regarding: changes in engineering education in the context of the COVID-19 pandemic, the consideration of Competency-based Training and Student-Centered Learning points of view in teaching and assessment practices, and the teachers' intentions to replicate the virtual teaching and assessment practices in traditional classroom. Methodological aspects were structured as a mixed research, with a descriptive scope, under the modality of a feasible project and following a field design. Results revealed some weaknesses in both teaching and evaluation, from the point of view of Competency-based Training and Student-Centered Learning. But some progress was also observed and a favourable trend towards changing classroom practices, whether physical or virtual, as well as a predisposition to replicate what has been done in the short term, in the event of a possible mixed education.

INTRODUCCIÓN

El 31 de diciembre de 2019 se notifica desde China sobre varios casos de neumonía de origen desconocido. El 4 de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) comienza a difundir a través de las redes sociales sobre el episodio iniciado en Wuhan, China. El 12 de enero de 2020 el episodio tiene nombre, ya que China publica la secuencia genética de un nuevo virus denominado COVID-19. Recién el 30 de enero de 2020, luego de que la OMS informara sobre la presencia de contagios en 18 países, además de China, la sociedad mundial comienza a hablar de Pandemia, aunque en el colectivo social mundial, particularmente en América Latina, parecía que se trataba de algo aún lejano.

Los sistemas universitarios latinoamericanos continúan con sus actividades de principios de año, con las particularidades de cada país. Docentes y estudiantes de carreras de ingeniería se preparan para el ciclo lectivo 2020. En la Argentina comienza el periodo de exámenes en el mes de febrero en algunas instituciones, mientras que en un gran porcentaje de universidades de Colombia comienzan las clases.

Sin embargo, a mediados de marzo, y como consecuencia del avance de la Pandemia en todos los continentes, comienzan las primeras suspensiones parciales de clases presenciales en diversas universidades de América Latina.

Inicialmente la mayoría de docentes y estudiantes entiende que son medidas

parciales y coyunturales con fines preventivos, y que pronto se retornaría a los ámbitos físicos de las universidades.

El tiempo va pasando y, mientras un sector de los docentes comienza, como puede, a pensar en la “no presencialidad” como norma, otro sector responde parcialmente ante un nuevo probable escenario, marcado por la virtualidad, o inclusive lo rechaza.

La suspensión parcial de actividades presenciales en las universidades no tarda mucho en transformarse en suspensión total, por lo menos hasta mediados de año. Muchos estudiantes comienzan a retornar a sus domicilios de origen, abandonando las ciudades donde se encuentran las universidades. En tanto, los docentes comienzan a acondicionar espacios físicos en sus domicilios para reproducir, de alguna manera, las oficinas que disponían en las universidades.

Como consecuencia de ello se ponen al descubierto una serie de dificultades que conspiran contra cualquier esquema de enseñanza y aprendizaje virtual. Además de la mayor demanda de tiempo, la conectividad y los espacios físicos en el domicilio de los docentes se presentan como factores impensados en otro momento.

En este escenario transcurre el primer semestre en las unidades académicas que ofrecen carreras de ingeniería, tanto en Argentina como en Colombia.

Laboratorio MECEK (LM) es un equipo de profesionales de ingeniería de la Argentina

con diferentes experiencias y trayectorias profesionales y personales, que se retroalimentan en un espacio de reflexión abierto y de construcción colectiva y federal de aprendizaje entre pares.

Representa un ideal de mejoras para la Educación Superior en general, y para la Formación de Ingenieros en particular, consolidando una Epistemología de la Enseñanza de la Ingeniería fundada sobre principios didácticos sólidos y probados en el aula.

Es una usina de ideas, un laboratorio de innovación, que crea, recrea y diseña soluciones concretas y efectivas a problemáticas específicas de la Enseñanza de las Ingenierías.

LM ofrece anualmente el curso de postgrado "Experto en Formación por Competencias en carreras de Ingeniería" (de 10 meses de duración) y el Programa de Posgrado "La Matemática en la Formación de Ingenieros Competentes" (de 8 meses de duración), ambos en modalidad a distancia completamente asincrónica. También ofrece el curso de posgrado "Formación por Competencias, Aprendizaje Centrado en el Estudiante y Estándares de Segunda Generación para Ingeniería" tanto en modalidad presencial como a distancia (asincrónica). Durante los últimos tres años LM ha capacitado a más 1.500 profesores y auxiliares de carreras de ingeniería de todas las provincias de la Argentina.

La forma de trabajar de LM es construir a partir de la propia práctica de cada docente, resolviendo los problemas en su propio espacio curricular, a partir de la experiencia

acumulada. No se trabaja en forma teórica: el objetivo es "aprender haciendo".

LM tiene una amplia experiencia en el campo de las innovaciones educativas, así como también el reconocimiento de este grupo en Argentina. Además, funciona como un observatorio de las prácticas tanto en enseñanza como en evaluación en carreras de ingeniería de Argentina. Al estar LM permanentemente conectado con quienes se han capacitado con dicho laboratorio, le ha permitido monitorear durante el primer semestre del 2020 qué es lo que estaba ocurriendo tanto en la enseñanza como en la evaluación en forma no presencial. De hecho, permanentemente ha sido fuente de consulta sobre las diversas problemáticas que se estaban presentando durante el primer semestre del 2020.

Por ello, se comenzó a consolidar la idea (una hipótesis, en realidad) que, si bien la pandemia estaba "quitando" mucho en todos los órdenes de la vida, también estaba "dando" aspectos positivos en general, particularmente en la formación de ingenieros (Kowalski, Erck y Enríquez, 2020). En esta dirección se comenzaron a identificar una serie de innovaciones en el aula que bien podrían formar parte de una nueva dinámica de la enseñanza de las ingenierías, que podrían instalarse definitivamente en las aulas, inclusive en el marco de un posible regreso a la presencialidad.

LM, consciente de su característica de observatorio, así como laboratorio de innovación educativa decide emprender la

realización de un Taller Piloto en Argentina (Cirimelo, Enríquez, Erck, Giordano Lerena y Kowalski, 2020). Los destinatarios del Taller serían principalmente aquellas unidades académicas en las cuales se desempeñan docentes capacitados por LM. Dado que dos de los integrantes del directorio de LM participan además en el Grupo de Investigación en Competencias en Ingeniería – UFASTA, se suma a la organización este último. El Taller Piloto es denominado “Enseñanza y Evaluación en la Ingeniería en tiempos de Pandemia. Co-construyendo nuevas prácticas docentes”, recibiendo, además, el auspicio del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI). Los objetivos del mismo fueron:

- *Reflexionar sobre la experiencia de enseñanza y aprendizaje y de migración a la virtualidad en un contexto de pandemia.*
- *Socializar las dificultades y obstáculos detectados en la enseñanza de las ingenierías en el contexto de la pandemia.*
- *Socializar los resultados de las prácticas educativas creativas generadas en la enseñanza de las ingenierías en el contexto de la pandemia.*
- *Co-construir lineamientos de buenas prácticas docentes que permitan capitalizar las innovaciones experimentadas y hacerlas permanentes en la post-pandemia.*

El desarrollo del taller abarcó las siguientes fases:

- a) *Reflexión individual y desarrollo de la experiencia (12 al 15 de agosto).*
- b) *Reflexión grupal asincrónica y desarrollo de las temáticas de interés (18 al 20 de agosto).*

c) *Reflexión grupal sincrónica y co-construcción (21 de agosto).*

Luego, como consecuencia de las relaciones entre participantes del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) y de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), el Laboratorio MECEK y el Grupo de Investigación en Competencias en Ingeniería – UFASTA son invitados por ACOFI a desarrollar un taller, similar al realizado en Argentina. En esta oportunidad estaría destinado a profesores de carreras de ingeniería de Colombia y se desarrollaría en el marco del Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería (EIEI), cuya versión 2020 se desarrollaría en forma virtual.

Por otra parte, LM trabaja sobre dos ejes principales de experimentación, investigación y capacitación: la Formación por Competencias y el Aprendizaje Centrado en el Estudiante de Ingeniería.

Por esta razón, en las tres fases del taller debían estar presentes estos dos ejes.

Un modelo de Formación por Competencias, desde una visión macro sobre una carrera de ingeniería, se apoya sobre tres pilares fundamentales: la Formulación de las Competencias, la Mediación Pedagógica y el Sistema de Evaluación de Competencias (Kowalski, Erck y Enríquez, 2017).

En la figura 1 se muestran los tres pilares, constructivamente alineados. En el centro están dos características fundamentales: el Aprendizaje Centrado en el Estudiante, así como la Evaluación Centrada en el Estudiante, claro está, de Ingeniería.

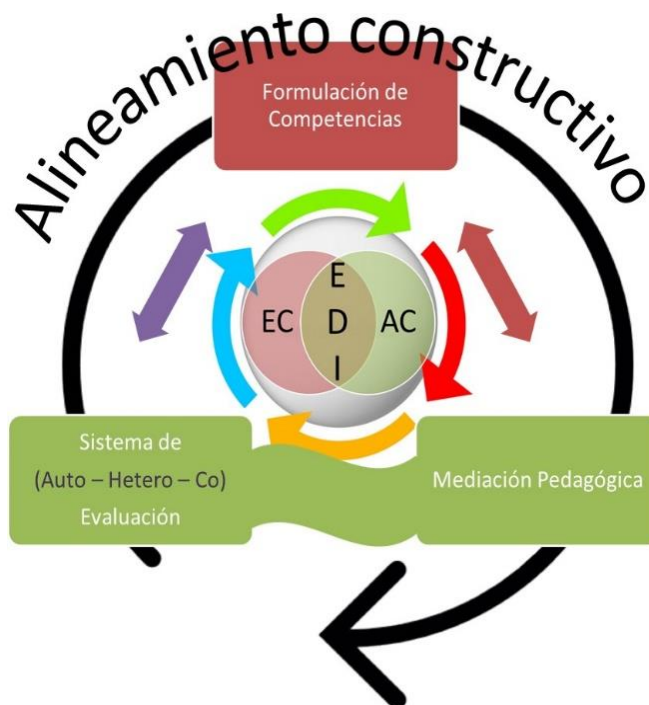


Figura 1. Modelo Conceptual de Formación por Competencias, basado en el Aprendizaje Centrado en el Estudiante de Ingeniería. Fuente: elaboración propia.

El taller tuvo como tema de análisis principal el impacto del paso de la presencialidad a la no presencialidad en la enseñanza y en la evaluación. Por ello el enfoque se centró solamente en los pilares de la Mediación Pedagógica y del Sistema de Evaluación.

Considerar el Aprendizaje Centrado en el Estudiante en la Mediación Pedagógica implica tener en cuenta por lo menos las siguientes características (Mamaqi y Miguel, 2014; CRUCH, 2013; Comisión Europea, 2009; Pozo y Pérez Echeverría, 2009; Huber, 2008; Perrenoud, 2007; De Miguel Díaz et al., 2006; Fernández March, 2006; Díaz Barriga y Hernández, 2002; McCombs, 2000; Brown y Atkins, 1998; Zimmerman, 1989; entre otros):

a) *Implementar Metodologías Activas.*

b) *Cambiar del Modelo Centrado en el Profesor a un Modelo Centrado en el Estudiante.*

c) *Conocer a los estudiantes.*

d) *Promover el aprendizaje autorregulado.*

e) *Considerar el Tiempo del Estudiante.*

En tanto, considerar un Sistema de Evaluación alineado con un Modelo de Formación por Competencias implica considerar (Tobón Tobón, 2013, Tobón Tobón, García Fraile y Pimienta Prieto, 2010; entre otros):

a) *La actuación del Estudiante frente a situaciones problemáticas integradas y complejas.*

b) *El proceso completo de aprendizaje de cada estudiante y su evolución.*

c) *La realimentación permanente y la gradualidad del desarrollo de las competencias.*

d) *La intervención, además del Profesor, del Estudiante y de sus compañeros.*

Además, es preciso tener respuestas claras, por los menos, para las siguientes preguntas (UDLA, 2015; Pimienta Prieto, 2008; Verdejo París, Encinas y Trigos, 2001; entre otros):

- *¿Para qué evaluar? Alude al objetivo o intencionalidad de la evaluación*
- *¿Qué evaluar? Se dirige a contenidos, desempeños, logros, etc.*
- *¿Cómo evaluar? Se relaciona con las técnicas e instrumentos de evaluación utilizados tanto en las evaluaciones parciales como las finales.*

Todas estas características, tanto para la enseñanza como para la evaluación, fueron incluidas en las dos primeras fases del taller.

La literatura reporta experiencias docentes en Latinoamérica, en el contexto de la pandemia del COVID-19. Sandoval (2020) analiza el uso de TIC como estrategia didáctica. Presenta un relevamiento que incluyó a directivos, docentes y padres, en niveles educativos de primaria y preescolar, en Colombia. Sus resultados evidencian que los docentes deben asumir un nuevo rol mediado por las TIC, para hacer frente a la virtualidad. Además, observa el fortalecimiento en el uso de las TIC por parte de los educadores, a partir de experiencias innovadoras. Pinos-Coronel, García-Herrera, Erazo-Álvarez y Narváez-Zurita (2020), analizan el uso de TIC por parte de docentes y estudiantes, en el paso a la virtualidad, en Ecuador. Afirman que educadores y educandos no estaban

preparados para el paso a la virtualidad, pero han sabido aprender a utilizar las herramientas tecnológicas. Maldonado Gómez, Miró, Stratta, Barreda Mendoza y Zingaretti (2020) presentan un análisis comparativo del paso a la virtualidad entre universidades de México y Argentina, a partir de una consulta a docentes y estudiantes de ambos países. Además, mediante una revisión documental analizan estrategias políticas empleadas en ambos países y su incidencia en las instituciones de educación superior. Expresan que en México ha resultado más difícil adaptarse a la enseñanza virtual y consideran que el proceso que se está llevando a cabo no es el adecuado. En Argentina, mientras tanto, señalan que el escenario es prácticamente inverso. Consideran, además, que las condiciones iniciales para el paso a la virtualidad en la enseñanza y aprendizaje parecían estar planificadas y bien gestionadas en ambos países. No obstante, en relación a la implementación práctica, presentan oportunidades de mejora. Prado-Prado, García-Herrera, Erazo-Álvarez y Narváez-Zurita (2020) analizan el impacto de un entorno virtual de aprendizaje (EVA) en zonas rurales de Ecuador, a partir de la consulta a docentes y estudiantes. La indagación a los educadores estuvo dirigida a conocer el nivel de instrucción respecto al EVA, analizar la respuesta y desempeño que percibieron de sus estudiantes. La consulta a los estudiantes buscó conocer cómo calificaban su experiencia como usuarios del EVA, las

dificultades, las mejoras en el aprendizaje y si estarían de acuerdo en utilizar esta herramienta en la educación presencial. Vialart Vidal (2020) expone estrategias didácticas mediadas por TIC, para la virtualización del proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación médica en Cuba.

Fardoun, González, Collazos y Yousef (2020) presentan un estudio exploratorio sobre las dificultades encontradas en instituciones educativas de Iberoamérica, como también algunas estrategias utilizadas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Participaron docentes de distintos niveles educativos de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, España, México y Perú. A partir del análisis, proponen un modelo de evaluación.

También se encuentran análisis, relevamientos y experiencias educativas en el contexto de la pandemia en otros países. Pérez-López, Vázquez Atochero y Cambero Rivero (2021) identifican la incidencia del contexto personal y familiar en la equidad digital, caracterizan el modelo de enseñanza y la valoración del mismo por parte de los estudiantes, en una universidad de España. Concluyen que la universidad debe transitar hacia un modelo más colaborativo y centrado en el estudiante. García-Peñalvo, Corell, Abella-García y Grande (2020) describen una guía de recomendaciones sobre evaluaciones no presenciales, destinada a docentes y universidades, elaborada por investigadores de universidades españolas.

García-Planas y Taberna-Torres (2021) presentan una reflexión sobre la transición de la enseñanza y evaluación a la no presencialidad, en una universidad española. Shin y Hickey (2020) exploran las experiencias de enseñanza no presencial en una universidad pública de los Estados Unidos. Destacan problemas en el aprendizaje de algunos estudiantes, falta de motivación y desigualdades educativas y sociales preexistentes, que se evidenciaron durante la pandemia. Suryaman y Mubarok (2020) buscan determinar un perfil de enseñanza no presencial adecuado para aplicar en una carrera de Ingeniería en Construcciones, en una universidad de Indonesia. Comentan que el aprendizaje online no resultó interesante para todos los estudiantes, algunos profesores mostraron problemas para la evaluación, destacan los problemas de conectividad como los principales obstáculos, y consideran que en la enseñanza debe considerarse en simultáneo las preferencias de aprendizaje con las condiciones de conectividad.

Particularmente, en programas de Ingeniería en Latinoamérica se encuentran relevamientos y experiencias a nivel de unidad académica, programa o carrera, o asignatura. Tijo López (2020) compara el desarrollo de asignaturas entre una modalidad presencial y no presencial, y describe las lecciones aprendidas con la virtualidad, en una facultad de Ingeniería Civil en Colombia, identificando además aspectos positivos, negativos y oportunidades de mejora. Chanchí, Ospina

y Ospino (2020) realizan un análisis de la percepción de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de una universidad de Colombia, respecto a las actividades realizadas durante el aislamiento. Encontraron una percepción positiva de los procesos académicos por parte de los estudiantes, a pesar del proceso de adaptación, y optimismo de mejorar las prácticas realizadas bajo esta modalidad. Vargas, Cuero y Torres (2020) describen una experiencia de laboratorio remoto en una asignatura de Ingeniería de Control, en una universidad de Colombia. Realizan un estudio exploratorio, consultando a los estudiantes sobre la experiencia. Morales Cabrera (2020) presenta un testimonio sobre las estrategias de enseñanza implementadas en una asignatura, en un programa de Ingeniería Química, en una universidad de México.

METODOLOGÍA

El proyecto se estructuró como una investigación mixta, con alcance descriptivo, bajo la modalidad de proyecto factible y siguiendo un diseño de campo. De acuerdo con Hernández-Sampieri y Mendoza Torres (2018), los métodos de investigación mixtos son procesos sistemáticos, empíricos y críticos, que emplean e integran tanto datos cuantitativos como cualitativos, para su discusión conjunta y realizar inferencias (o metainferencias), con el objetivo de lograr un mayor entendimiento del fenómeno que se estudia. Entre los diferentes procesos de investigación mixta que presentan los

No se encontraron publicaciones sobre experiencias de enseñanza y aprendizaje no presenciales en el contexto de la pandemia, de docentes de Ingenierías de universidades latinoamericanas, desde la mirada de la Formación por Competencias y el Aprendizaje Centrado en el Estudiante. Se plantean los siguientes interrogantes para este trabajo:

- *¿cuáles han sido los cambios en la enseñanza de las ingenierías en el contexto de la pandemia?*
- *¿las prácticas de enseñanza y evaluación implementadas consideran la Formación por Competencias y el Aprendizaje Centrado en el Estudiante?*
- *¿hay intenciones por parte del colectivo docente de replicar lo realizado en tiempos de presencialidad?*

mismos autores, el de este proyecto corresponde a un diseño mixto de integración, ya que los enfoques cuantitativos y cualitativos se combinaron a lo largo del proyecto, en sus diferentes etapas. Se optó por un alcance descriptivo (Hernández-Sampieri y Mendoza Torres, 2018), porque la finalidad fue especificar y caracterizar las prácticas educativas generadas en la enseñanza de las ingenierías en Colombia, en el contexto de la pandemia durante el primer semestre 2020.

La modalidad de Proyecto Factible “consiste en la investigación, elaboración y

desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (Rojas Suárez, 2019; Dubs de Moya, 2004, 2002). Un proyecto factible se concibe para un propósito de utilización inmediata, de ejecución de una propuesta, que puede referirse a formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos, que responden a necesidades y tienen sentido en el ámbito de las mismas. La finalidad de este tipo de proyecto es el diseño de una propuesta de acción, dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada (Dubs de Moya, 2004, 2002). De acuerdo con Oswaldo Vázquez, Morquecho Salto, Vázquez Labefre y Neira Neira (2019), una propuesta de esta naturaleza debe ir acompañada de una investigación que demuestre su factibilidad o posibilidad de ejecución. Asimismo, Espinosa-Urbina (2019) afirma que un proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades. Sabino (citado por Espinosa-Urbina, 2019) señala que la investigación de campo “se refiere a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen en forma directa a la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador”.

La modalidad de proyecto factible ha sido utilizada en numerosos contextos, y particularmente en educación la literatura reporta muchas experiencias, como las que describen Carpio (2020), Espinosa-Urbina

(2019), Rojas Suárez (2019), Oswaldo Vázquez et al. (2019), Velásquez- Luna, Celis- Gutiérrez y Hernández-Suárez (2017).

Las etapas que se siguieron para implementar el proyecto surgieron a partir de la propuesta de Dubs de Moya (2004, 2002), las cuales fueron: a) diagnóstico de necesidades; b) planteamiento y fundamentación teórica; c) procedimiento metodológico; d) definición de actividades y recursos necesarios para la ejecución; e) análisis de viabilidad o factibilidad (económica, técnica, entre otros) y la posibilidad de su ejecución.

Dentro del procedimiento seguido, las actividades del proyecto se realizaron bajo la modalidad de taller en todas sus instancias, con las siguientes líneas rectoras: 1) implicó la participación activa de los asistentes; 2) los participantes debían aportar información que refleje el proceso completo que tuvo lugar entre el inicio del aislamiento y paso a la virtualidad y el cierre del primer semestre 2020; 3) las actividades debían centrarse sobre la mirada del docente, desde su experiencia en el aula, y no en miradas de directivos o miradas institucionales; 4) debía haber una co-construcción a partir de compartir las distintas vivencias en distintos escenarios, enfocados en la resolución de un mismo problema: seguir formando ingenieros; formar ingenieros en sus hogares y hacerlo desde el hogar del docente. Por lo último, fue necesario considerar tiempos para la reflexión y el debate, que no podían reducirse a un único momento.

Las actividades fueron organizadas de acuerdo a las siguientes fases, a cargo de un Equipo Coordinador:

Diseño de un instrumento de relevamiento de reflexiones y experiencias individuales. Se siguió un procedimiento a partir de las etapas propuestas por Mertens (2015), las cuales fueron: a) definiciones de los propósitos del relevamiento, variables, tipos de datos a obtener, entre otras cuestiones; b) definiciones sobre quiénes, cuándo y cómo serían consultados, para lo cual se optó por un cuestionario autoadministrado, alojado en la web; c) revisión de literatura, examinándose publicaciones relacionadas con experiencias docentes en distintos contextos, como las de Fardoun et al. (2020), Suryaman y Mubarok (2020), Cariaga (2018), Ávila-Meléndez y Cortés-Montalvo (2017), Inciarte González, Camacho y Casilla Matheus (2017), Escorcia-Oyola y Jaimes de Triviño (2015), entre otras, que reportan diferentes instrumentos, como cuestionarios, grupos de enfoque, registros y observaciones de participaciones activas, entre otros; d) construcción del instrumento, que constó de un cuestionario con tres secciones: 1) sección de Datos generales, para establecer el contexto de cada docente participante; 2) sección de preguntas sobre el desarrollo de las clases, tanto la enseñanza como al aprendizaje (Mediación Pedagógica), desde las experiencias previas a la interrupción de la presencialidad, actividades realizadas frente al nuevo escenario y finalización del primer

semestre 2020; 3) sección de preguntas sobre las evaluaciones no presenciales, desde las experiencias previas, continuando por el desarrollo y cierre del primer semestre 2020; e) pruebas piloto para refinar el instrumento, recopilar información para evaluar la confiabilidad y validez, lo cual se realizó mediante la experiencia piloto en Argentina, que reportan Cirimelo et al. (2020); f) análisis y elaboración de la versión final del instrumento. El cuestionario contó con preguntas abiertas, cerradas y mixtas, y para su elaboración se siguieron consideraciones que propone Mertens (2015). Para evaluar la validez y confiabilidad del instrumento, se utilizaron criterios propuestos por Mertens (2015), con enfoque cualitativo.

Convocatoria y preparación: se invitó a participar a docentes de las Instituciones de Educación Superior de Colombia con facultades (escuelas, etc.) de ingeniería, estatales y privadas, de todo el país, a través de ACOFI. El Equipo Coordinador distribuyó a los participantes en grupos, cada uno con sus respectivas pautas y consignas de trabajo, reuniendo docentes de diferentes facultades y especialidades y se asignó dos moderadores por cada grupo. A cada grupo se le asignó un eje temático de discusión prioritario, entre los cuales se encontraban: i) B-learning al regreso de la presencialidad: ventajas; ii) B-assessment al regreso de la presencialidad: ventajas; iii) las TIC como facilitadoras del aprendizaje activo y autónomo; iv) innovaciones que deberían incorporarse en la enseñanza y

aprendizaje; y v) innovaciones que deberían incorporarse en la evaluación y aprendizaje.

Reflexión individual y desarrollo de la experiencia: la tarea de completar el cuestionario correspondió a la primera instancia del taller: la reflexión individual. Luego, el Equipo Coordinador analizó las respuestas del cuestionario electrónico y elaboró las estadísticas para presentar, posteriormente, en la etapa de reflexión sincrónica (del 25 al 31 de agosto de 2020).

Reflexión grupal asincrónica y desarrollo de las temáticas de interés: los participantes intercambiaron opiniones sobre los ejes

temáticos en sus grupos, tras la socialización de sus experiencias (del 1 al 3 de septiembre de 2020).

Reflexión grupal sincrónica y co-construcción: mediante una reunión virtual los participantes debatieron, compartieron las conclusiones grupales e identificaron puntos de consenso, todo lo cual fue compilado a modo de conclusiones (4 de septiembre de 2020).

Elaboración y comunicación de conclusiones: las conclusiones fueron presentadas en el EIEI ACOFI 2020 (ACOFI, 2020).

RESULTADOS

Dada la amplitud del volumen de la información recogida en las tres fases del taller, en este trabajo solamente se presentan resultados de la primera (Reflexión individual y desarrollo de la experiencia). Además, de ésta se han seleccionado los datos de una parte de los

62 ítems respondidos por los 110 profesores de carreras de ingeniería de Colombia, a los cuales se hace referencia en adelante como “participantes”.

En primer lugar, se presentan algunos de los datos que caracterizan a la muestra de los participantes (Figuras 2 a 5).

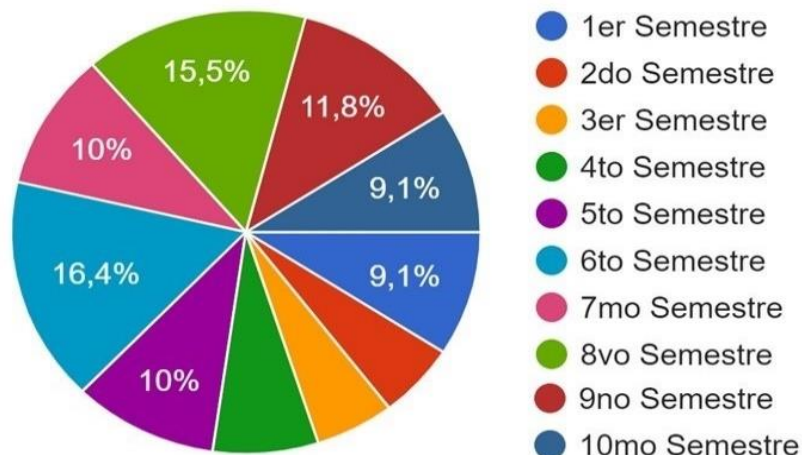


Figura 2. Características de las asignaturas en las cuales se desempeñan los participantes según el semestre en el cual se encuentra. Fuente: elaboración propia.

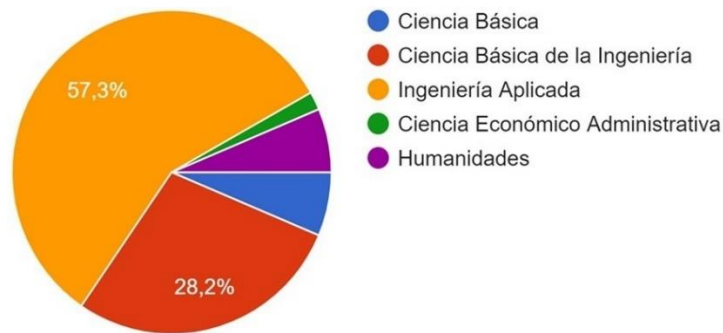


Figura 3. Características de las asignaturas en las cuales se desempeñan los participantes según la tipificación de la misma. Fuente: elaboración propia.

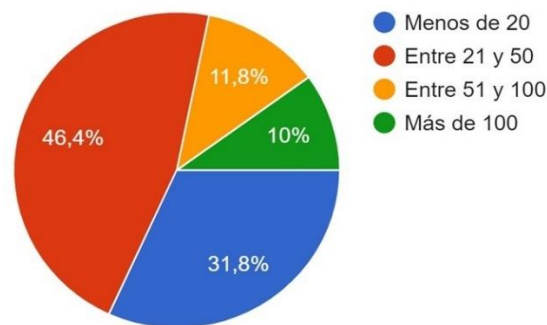


Figura 4. Características de las asignaturas en las cuales se desempeñan los participantes según la cantidad de estudiantes por curso. Fuente: elaboración propia.



Figura 5. Características de las asignaturas en las cuales se desempeñan los participantes según el porcentaje de estudiantes (aproximado) que no residen en la localidad donde se encuentra ubicada la Unidad Académica. Fuente: elaboración propia.

Con respecto a las características de las asignaturas en las que trabajan los participantes, se observa (Figura 2) que se encuentran representadas asignaturas de todos los semestres (del primero al décimo) en una proporción relativamente

equilibrada. En tanto, de acuerdo a la Figura 3 se observa una predominancia de asignaturas de la Ingeniería Aplicada (cerca del 60% de la muestra), seguida de las Ciencias Básicas de la Ingeniería (cerca del 30% de la muestra). Solamente el 14,5% de la muestra, es decir 16 asignaturas pertenecen a las Ciencias Básicas, Ciencias Económico Administrativas y Humanidades. En este sentido, cabe aclarar que estos tres últimos tipos de asignaturas generalmente están a cargo de profesores que no tienen formación de pregrado en ingeniería (matemáticos, físicos, abogados, etc.).

Por otra parte, la Figura 4 indica una predominancia de participantes de asignaturas con grupos de estudiantes que no superan la cantidad de 50 (78,2%), que se relaciona con las asignaturas del quinto semestre en adelante, donde predominan las Ingeniería Aplicadas y las Ciencias Básicas de la Ingeniería.

Como dato adicional, de los 110 participantes, 23 se desempeñan en carreras de Ingeniería Industrial. En segundo lugar, se encuentran participantes con asignaturas de carreras de Ingeniería en Sistemas. El resto se distribuye en otras 20 carreras de ingeniería (Electrónica, Civil, Mecánica, en Alimentos, etc.) con máximos que no superan el valor de 7.

En tanto, la Figura 5 presenta un dato al cual debe prestarse especial atención: el 18,2% de los docentes expresó desconocer

dónde residen sus estudiantes. Habida cuenta de la modalidad a la que se tuvo que migrar para el desarrollo de las clases, esta información es crucial en la toma de decisiones para la selección de las estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Seguidamente, se presentan las respuestas de los participantes a cinco preguntas relacionadas con el desarrollo de las actividades de enseñanza durante el primer semestre 2020. La primera se enfoca en la reacción de los participantes respecto de la planificación de la asignatura, en el preciso momento de la interrupción de la presencialidad (Figura 6). La segunda, en tanto, se enfoca también sobre la planificación, pero con una mirada luego de la finalización del primer semestre 2020 (Figura 7). Por otra parte, la tercera da cuenta de cómo se han desarrollado las clases, en cuanto a su modalidad (Figura 8). Luego, la cuarta indica el origen de las modificaciones introducidas en la planificación, en caso de que éstas se hayan introducido (Figura 9).

Para las tres primeras existen 110 respuestas, mientras que para la cuarta este valor alcanza a las 94 respuestas, ya que respondieron solamente aquellos participantes que han introducido modificaciones.

Finalmente, la quinta pregunta indaga sobre la estimación del tiempo o carga de trabajo del estudiante en el horario no presencial (Figura 10).

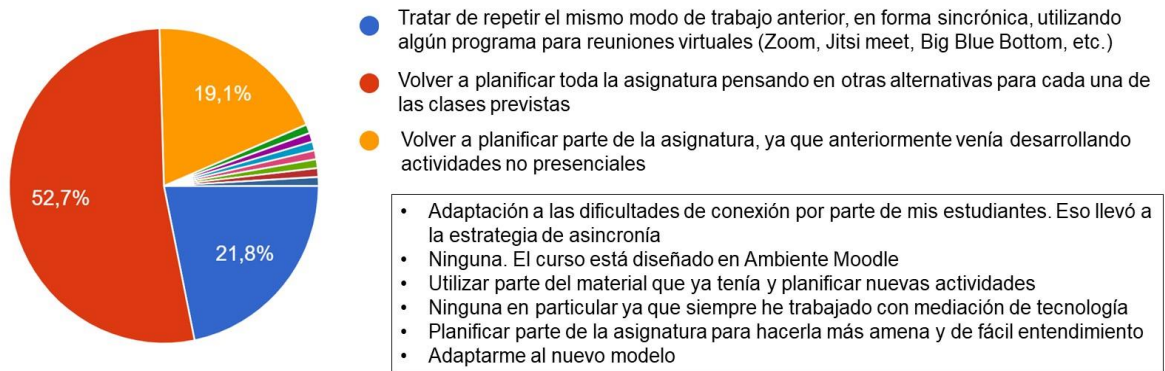


Figura 6. Respuestas a la pregunta: ¿Cuál fue su primera reacción al tener que mudar sus prácticas docentes, pensadas para la presencialidad, a hacerlo todo en modo virtual? Fuente: elaboración propia.



Figura 7. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo ha sido el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje a lo largo del semestre, de acuerdo a lo planificado originalmente, a partir de la interrupción de la presencialidad? Fuente: elaboración propia.

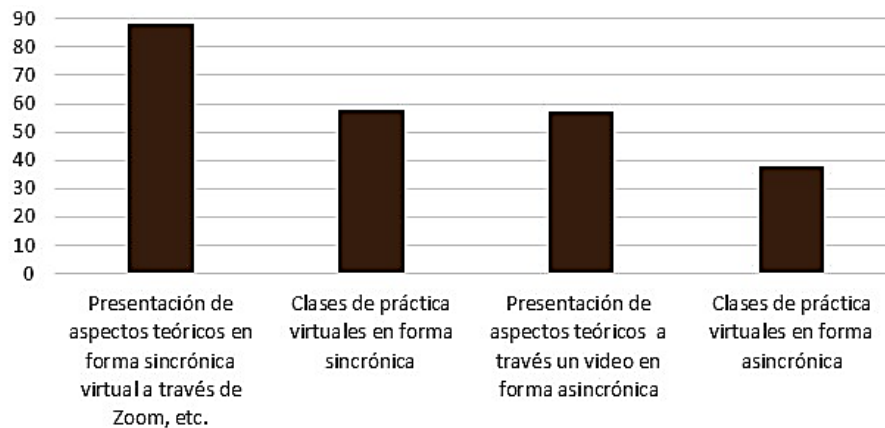


Figura 8. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo ha sido el tipo de desarrollo de sus clases a partir de la interrupción de la presencialidad? Fuente: elaboración propia.

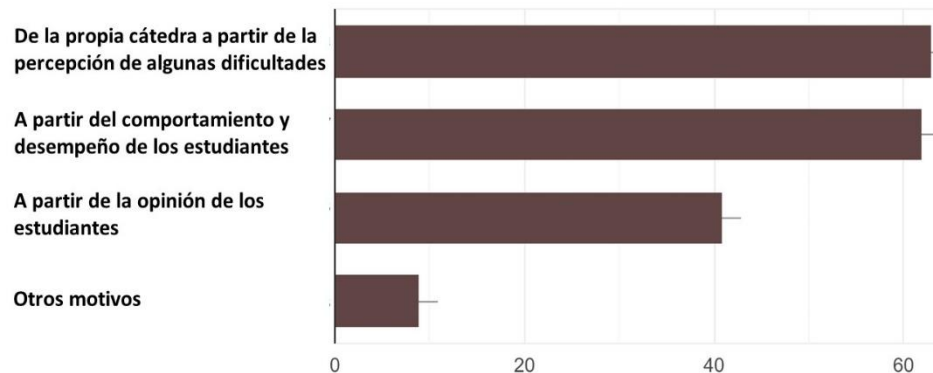


Figura 9. Respuestas a la pregunta: ¿Cuál es el origen de las modificaciones introducidas en la planificación, en caso de que éstas se hayan introducido? Fuente: elaboración propia.

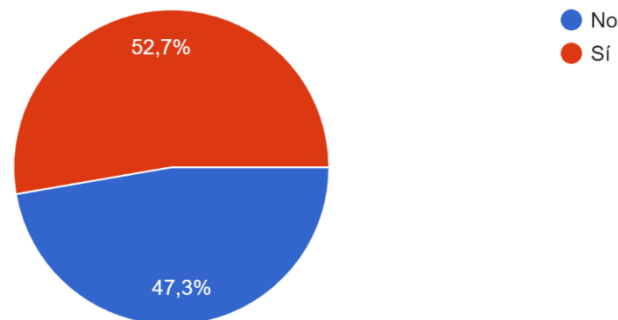


Figura 10. Respuestas a la pregunta: Acerca de las actividades que debieron realizar los estudiantes fuera de los horarios estipulados para la asignatura durante la interrupción de la presencialidad: ¿se ha estimado el tiempo que le insume a un estudiante promedio. Fuente: elaboración propia.

La Figura 6 indica que la primera reacción de los participantes al tener que mudar sus prácticas docentes, pensadas para la presencialidad, a hacerlo todo en modo virtual, más del 70% realizó un nuevo diseño o un rediseño de sus cursos. En tanto un poco más del 20% trató de repetir el mismo modo de trabajo anterior, en forma sincrónica, apoyándose sobre alguna plataforma para encuentros virtuales. Además, en la misma figura (abajo y a la derecha) se observan algunas respuestas

cortas, ya que tres de los campos estaban preestablecidos y había otro abierto.

Luego, la Figura 7 muestra las respuestas sobre cambios en la planificación, visto al final del primer semestre 2020, observándose que más del 85% ha introducido algún tipo de cambio.

En tercer lugar, la Figura 8 muestra que han predominado las actividades sincrónicas frente a las asincrónicas, tanto para las clases de teoría como las de práctica. Esto resulta contradictorio, considerando que la conectividad domiciliaria de los

participantes fue la dificultad que ocupó el segundo lugar entre lo que han manifestado (estos datos no se han presentado aquí ya que no se relacionan con las preguntas de esta investigación).

En tanto, la Figura 9 presenta qué se ha tomado en cuenta para introducir los cambios en la planificación, destaca que se ha tomado en cuenta el comportamiento y desempeño de los estudiantes. Por contraparte, también se observa que, si bien la opinión de los estudiantes ha sido tomada en cuenta, se ubica en tercer lugar de importancia.

Finalmente, en la Figura 10 se observan los resultados que indican si se ha estimado, o

no, el tiempo que le insume a un estudiante promedio, que señalan prácticamente una paridad. Además, para aquellos que respondieron afirmativamente, se les consultó sobre cómo se ha estimado ese tiempo, a través de un campo para respuestas abiertas. Se observó que muy pocos tienen una metodología al respecto.

A continuación, se presentan las respuestas a dos preguntas relacionadas con los cambios que ocurrieron en la comunicación, tanto entre los integrantes de la cátedra como entre participantes (profesores) y estudiantes (Figuras 11 y 12).



Figura 11. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo ha sido la dinámica de comunicación y trabajo entre los integrantes de la cátedra durante la interrupción de la presencialidad? Fuente: elaboración propia.

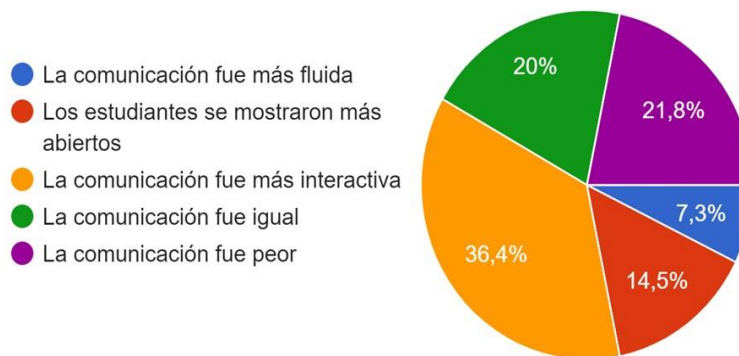


Figura 12. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo ha sido la comunicación con los estudiantes durante la interrupción de la presencialidad respecto del año pasado? Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la Figura 11 indican que en la mayoría de los casos la comunicación entre pares fue igual o mejor que en tiempos de presencialidad. En tanto, los resultados de la Figura 12 señalan que se mejoró la comunicación con los estudiantes, ya sea porque fue más fluida o más interactiva, o porque se mostraron más

abiertos. Es decir, la virtualidad hizo que los docentes sean más cercanos a sus estudiantes.

Seguidamente se presentan datos relacionados con las evaluaciones durante el primer semestre 2020 (Cuadro 1 y Figuras 13 a 16).

Cuadro 1. Respuestas a la pregunta respecto al tipo de evaluaciones parciales utilizadas en forma virtual y la función asignada durante la interrupción de la presencialidad.

	No se utilizó	Se utilizó para diagnóstico	Se utilizó para seguimiento (evaluación formativa)	Se utilizó para acreditación (evaluación sumativa)
Pruebas objetivas (verdadero/falso, elección múltiple, etc.) en forma sincrónica	39	30	36	27
Pruebas objetivas en forma asincrónica	49	23	39	19
Pruebas escritas de desarrollo temático o interpretativo en forma sincrónica	31	23	46	36
Pruebas escritas de desarrollo temático o interpretativo en forma asincrónica	28	22	48	33
Pruebas escritas de resolución de ejercicios o problemas en forma sincrónica	29	22	58	36
Pruebas escritas de resolución de ejercicios o problemas en forma asincrónica	27	26	45	37
Pruebas orales de coloquio o diálogo sincrónicas	39	26	43	25
Presentación oral de informes parciales de proyectos, estudios de casos, prototipos, etc.	32	20	47	40
Otras presentaciones en forma sincrónica	42	16	43	24
Otras presentaciones en forma asincrónica	47	17	36	25

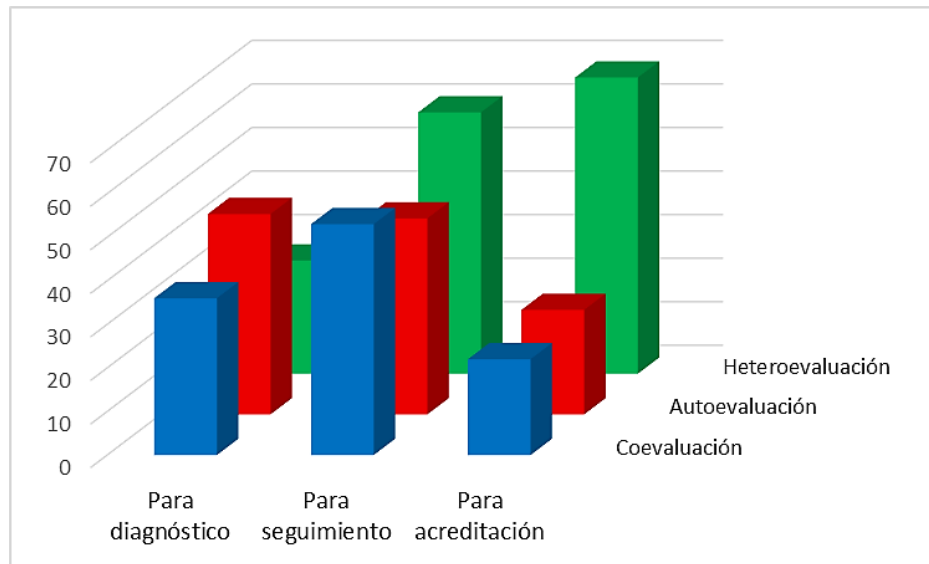


Figura 13. Respuestas a la pregunta respecto a "quién evalúa" y la función asignada durante la interrupción de la presencialidad. Fuente: elaboración propia.

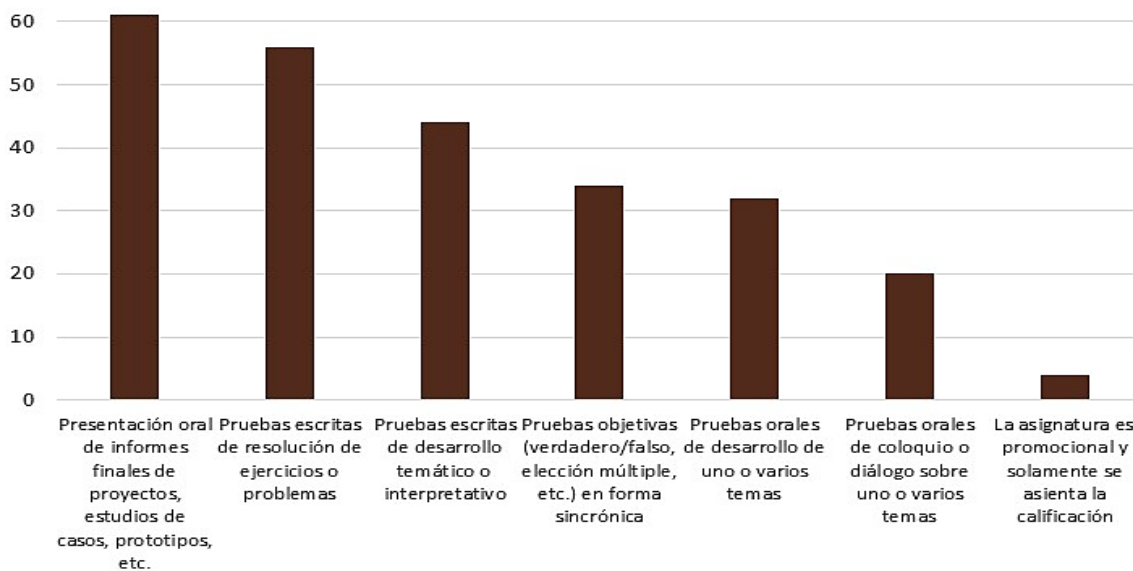


Figura 14. Respuestas a la pregunta: ¿Cómo ha sido el desarrollo de las evaluaciones finales (para acreditar la asignatura) al cierre del primer semestre de 2020? Fuente: elaboración propia.

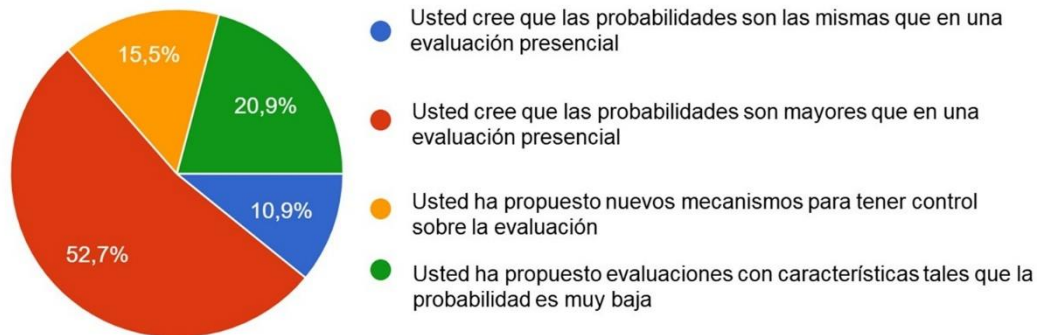


Figura 15. Respuestas a la pregunta: ¿Qué opina usted sobre la posibilidad de que los estudiantes se copien entre ellos, o tengan la asistencia de un tercero durante las evaluaciones virtuales? Fuente: elaboración propia.

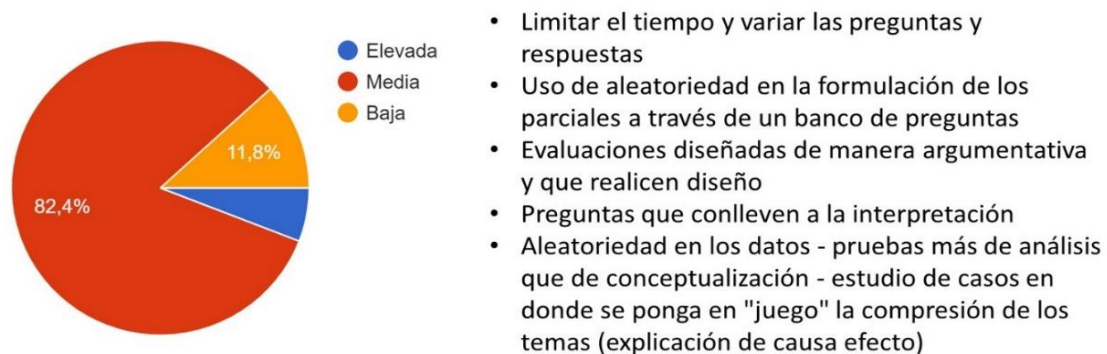


Figura 16. Respuestas a la pregunta: ¿Cuál ha sido la eficacia de los mecanismos de control en las evaluaciones que eventualmente haya utilizado? Fuente: elaboración propia.

La Figura 13 muestra respuestas respecto al uso de Autoevaluaciones (el estudiante se evalúa a sí mismo), Coevaluaciones (los estudiantes se evalúan entre ellos) y Heteroevaluaciones (evalúa solamente el docente), y las funciones asignadas, de diagnóstico, seguimiento y/o acreditación. Las heteroevaluaciones han sido las que más se han aplicado en general, seguido por las autoevaluaciones y las coevaluaciones. Para la acreditación y seguimiento de las asignaturas se observa mayor uso de la heteroevaluación. Para el diagnóstico, se observa mayor uso de la autoevaluación. El Cuadro 1 muestra el

número de respuestas sobre diferentes los tipos de evaluaciones parciales utilizadas en forma virtual, diferenciando entre las desarrolladas en forma sincrónica y asincrónica, y la función asignada, de diagnóstico, seguimiento y/o acreditación. En este cuadro se puede observar preferencia por las evaluaciones sincrónicas, de distinto tipo. En el Cuadro 1 también se aprecia mayor uso de las evaluaciones para seguimiento, seguido de la acreditación, y en menor medida para el diagnóstico.

La Figura 14 presenta las diferentes modalidades utilizadas en las evaluaciones

finales (aquellas mediante se acreditan las asignaturas). Se observa que los tres primeros lugares están ocupados por las siguientes modalidades: 1°) Presentación oral de informes finales de proyectos, estudios de casos, prototipos, etc.; 2°) Pruebas escritas de resolución de ejercicios o problemas; 3°) Pruebas escritas de desarrollo temático o interpretativo. Recién en 4to lugar aparecen las Pruebas Objetivas (verdadero/falso, opción múltiple, etc.), las cuales no son recomendables para evaluar el desempeño de estudiantes en un modelo de Formación por Competencias, a diferencia de las tres primeras modalidades.

Tanto la Figura 15 como la 16 presentan resultados asociados con uno de los temas que más conflicto ha causado en el paso de la presencialidad a la virtualidad: la posibilidad de copia o plagio entre

estudiantes, o el hecho de poder recibir auxilio por parte de terceros. Se observa en la Figura 15 que más del 50% de los participantes cree que las posibilidades de que ocurra la copia es mayor a través de la virtualidad, que en un formato de actividades presencial. En tanto, la Figura 16 presenta las respuestas de aquellos participantes (solamente 17) que han implementado algún mecanismo de control en las evaluaciones. Solamente uno de ellos estima que la eficacia de dicho mecanismo es elevada.

A modo de cierre, en las Figuras 17 y 18 se presentan las respuestas dadas por los participantes frente a las preguntas sobre las experiencias con la Enseñanza y Evaluación No Presenciales y sus posibilidades de replicarlas en tiempos de presencialidad.



Figura 17. Respuestas a la pregunta sobre la experiencia con la Enseñanza No Presencial y sus posibilidades de replicarlo en tiempos de presencialidad.



Figura 18. Respuestas a la pregunta sobre la experiencia con la Evaluación No Presencial y sus posibilidades de replicarlo en tiempos de presencialidad.

DISCUSIÓN

Respecto a la primera pregunta planteada en este trabajo, los resultados que muestra la Figura 6, que es la situación de inicio, son a su vez consolidados por los resultados de la Figura 7, que señalan que al final del primer semestre 2020 más del 85% de los participantes informa que ha introducido algún tipo de cambio en sus prácticas de enseñanza. Esto concuerda con lo hallado por Pinos-Coronel et al. (2020) en el contexto de Ecuador, quienes afirman que muchos docentes no estaban preparados para pasar a las clases virtuales, pero han emprendido el uso de los recursos tecnológicos para poder hacerlo.

A pesar del gran porcentaje que informa haber realizado modificaciones, la Figura 8 muestra que han predominado las actividades sincrónicas frente a las asincrónicas. Lo más contradictorio en este sentido es que las clases de teoría, generalmente de tipo magistral y con poca intervención del estudiante, sean las más utilizadas. Resulta muy fácil utilizar una presentación en Powerpoint® del año anterior, con o sin modificaciones, cambiando el proyector multimedia del aula física por el botón de “compartir pantalla” en una plataforma de encuentros virtuales. En cambio, la alternativa de grabar una clase y ponerla a disposición de los estudiantes implica una mayor demanda de tiempo, habida cuenta de la falta de costumbre de dichas actividades. Tijó López (2020) opina que para las clases teóricas puede utilizarse presentaciones magistrales, y destaca como negativo el

aumento de tiempo de trabajo dedicado a las clases. Un argumento, a favor de la primera alternativa, podría ser que en los primeros años de una carrera de ingeniería los estudiantes son menos autónomos y necesitan un contacto sincrónico con el profesor. Sin embargo, como se ha visto en la Figura 3, cerca del 86% de los participantes pertenecen a asignaturas de la Ingeniería Aplicada y de las Ciencias Básicas de la Ingeniería, las cuales se imparten generalmente en los tres últimos años de las carreras. Es decir, son estudiantes que ya tienen un nivel de autonomía considerable, como para procesar por sí mismos las presentaciones de los profesores y acudir a consultas asincrónicas cuando sea necesario.

Para cerrar lo referido a la enseñanza, resta poner en valor los resultados de las Figuras 11 y 12, que indican que la comunicación entre pares, así como entre profesores y estudiantes, ha mejorado a través de los medios virtuales.

En relación al segundo interrogante de este trabajo, una de las características principales de un enfoque centrado en el estudiante en la Mediación Pedagógica es considerar el Tiempo o Carga de Trabajo del mismo, sobre todo en los horarios No Presenciales. Los resultados de la Figura 10 indican que es una temática que debe ser trabajada con mayor profundidad por los profesores, tanto para un entorno presencial, como para uno mixto. En igual dirección, los resultados de la Figura 9, señalan una baja intervención del

estudiante al momento de la toma de decisiones sobre un proceso (enseñanza y aprendizaje) que involucra a ambas partes. Pasando al Sistema de Evaluación, es necesario recordar lo expuesto en la Introducción, donde se han mencionado cuatro características de la evaluación alineada con un Modelo de Formación por Competencias.

La primera de ellas, "La actuación del Estudiante frente a situaciones problemáticas integradas y complejas", se vincula con el ¿qué evaluar? En este sentido, es importante centrarse en los desempeños y los logros del estudiante, más que en los contenidos. Los resultados del Cuadro 1 y de la Figura 14 muestran que los participantes han puesto énfasis en modalidades que son recomendables para evaluar el desempeño de estudiantes en un modelo de Formación por Competencias.

Luego, la segunda de las características, "El proceso completo de aprendizaje de cada estudiante y su evolución", se relaciona básicamente con la pregunta "¿para qué evaluar?". En este caso es donde tienen especial significado las evaluaciones de diagnóstico, así como las formativas. En el Cuadro 1 se observa que las evaluaciones más utilizadas son las de seguimiento y las de acreditación, que impactan en la regularidad y/o aprobación. En menor medida, son realizadas evaluaciones de diagnóstico.

En tanto, la tercera de ellas, "La realimentación permanente y la gradualidad del desarrollo de las competencias", también se relaciona con la

pregunta "¿para qué evaluar?", donde debe estar muy claro el objetivo o intencionalidad de la evaluación.

Finalmente, la cuarta característica, "La intervención, además del Profesor, del Estudiante y de sus compañeros" implica considerar la inclusión de la auto y coevaluación, como parte integral del proceso. Ello lleva necesariamente a pensar en dos preguntas: "¿cómo evaluar?", para lo cual la Figura 14 muestra respuestas sobre el desarrollo de las evaluaciones finales (para acreditar la asignatura), y "¿quién debe evaluar", lo cual implica utilizar otras técnicas e instrumentos de evaluación, que no suelen ser utilizados con frecuencia. La Figura 13 muestra mayor uso de las heteroevaluaciones, principalmente en evaluaciones para acreditar las asignaturas, y luego se ubican las autoevaluaciones y las coevaluaciones. Si estas características estuvieran presentes en el diseño del Sistema de Evaluación, los resultados de la Figura 15 deberían haber sido diferentes. Debería haber predominado el cuarto ítem: "Usted ha propuesto evaluaciones con características tales que la probabilidad de copia o plagio es muy baja", con lo cual, además, no tendría sentido buscar mecanismos de control que ni siquiera han demostrado ser eficaces. Esto se logra poniendo más énfasis en el diseño de situaciones problemáticas integradas y complejas, a lo cual se debe sumar la recolección de evidencias a lo largo de todo el proceso, mediante evaluaciones formativas, así como la utilización de la auto y coevaluación. Todo

lo observado sobre las evaluaciones se encuentra alineado con las recomendaciones que proponen García-Peñalvo et al., (2020).

La temática de la Formación por Competencias y el Aprendizaje Centrado en el Estudiante, como se ha mencionado al principio del presente capítulo, puede ser tratada en forma independiente de los aspectos relacionados con el pasaje de la presencialidad a la virtualidad. Dicho esto, pareciera no tener sentido analizar la mencionada temática. No obstante, es más que importante observar cómo el segundo aspecto ha puesto de manifiesto fortalezas y debilidades del primero, hecho que no

hubiera ocurrido si los participantes no se hubieran enfrentado al nuevo escenario impuesto por la pandemia. Por ello cobran especial relevancia las respuestas que se observan en las Figuras 17 y 18, que contribuyen a contestar la tercera pregunta planteada. Estas figuras indican que, a pesar de la coyuntura del primer semestre 2020, hay intenciones dentro del colectivo docente consultado para seguir avanzando con este tipo de modalidades no presenciales y, por supuesto capitalizarlas. Cirimelo et al., (2020) presentan resultados similares para las mismas preguntas, realizadas a docentes de ingenierías de Argentina.

CONCLUSIONES

Los participantes han pasado por un proceso complejo de reflexión sobre sus prácticas docentes, tanto en la enseñanza como en la evaluación, durante el primer semestre del 2020, y han sabido, o bien capitalizar la experiencia, o bien predisponerse para hacerlo para los próximos ciclos lectivos, con modalidad presencial, virtual o mixta.

Más allá de que un modelo de Formación por Competencias, basado en el Aprendizaje Centrado en el Estudiante, se encuentre explicitado, o no, como parte de la planificación de las asignaturas, los resultados muestran una tendencia favorable al cambio de las prácticas en el aula, sean estas físicas o virtuales.

La situación impuesta por la pandemia no será una simple coyuntura. Tal como se

menciona en todos los ámbitos de la sociedad, que habrá una nueva "normalidad", la enseñanza de las ingenierías también podría tener un nuevo escenario.

La pandemia ha "quitado" mucho, pero también ha "dado" mucho. Ha dejado al desnudo muchas debilidades del sistema de formación de ingenieros, pero también los actores del sistema educativo han sabido dar respuestas para hacerle frente.

Se plantea así una posible nueva dinámica de la enseñanza de las ingenierías, caracterizada por un conjunto innovaciones en el aula, que se instalarán en la medida que se capitalice adecuadamente lo aprendido.

REFERENCIAS

- ACOFI [PROYECTOS ACOFI]. (2 de octubre de 2020). EIEI ACOFI 2020 JA *Enseñanza de las ingenierías y pandemia: ¿Simple coyuntura o nuevos escenarios?* [Video]. Youtube. <https://youtu.be/Zevav0WFyHY>
- Ávila-Meléndez, L. R., y Cortés-Montalvo, J. A. (2017). La sistematización de experiencias educativas. Una experiencia con docentes universitarios. *European Scientific Journal*, 13(4), 137-153. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n4p137>
- Brown, G., y Atkins, M. (1998). *Effective teaching in higher education*. London: Routledge.
- Cariaga, R. (2018). Experiencias en el uso de las TIC. Análisis de relatos de docentes. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 29(56), 131-155. <http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/123456789/15685>
- Carpio, E. (2020). Diseño de material instruccional para la enseñanza de algoritmia y programación en las prácticas profesionales de profesores en formación. *Horizontes. Revista de investigación en ciencias de la educación*, 4 (13), 50-63. <http://192.99.145.142/jspui/handle/123456789/146>
- Chanchí, G. E., Ospina, M. A., y Ospino, M. E. (2020). Análisis de sentimientos de la percepción de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cartagena (Colombia) sobre las actividades académicas desarrolladas durante el confinamiento debido al COVID-19. *Revista Espacios*, 41(42). 247-259. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n42/a20v41n42p21.pdf>
- Cirimelo, S. D., Enriquez, H. D., Erck, I. M., Giordano Lerena, R., y Kowalski, V. A. (2020). Nuevas Prácticas de Enseñanza y Evaluación Virtual en Ingeniería. Innovando desde la experiencia en tiempos de pandemia. Mar del Plata, Argentina: Universidad FASTA Ediciones. <https://www.ufasta.edu.ar/ingenieria/libronuevaspracticas/>
- Comisión Europea - EQF. (2009). *El Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente (EQF-MEC)*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas- CRUCH. (2013). *Manual para la implementación del sistema de créditos académicos transferibles*. Santiago de Chile: CRUCH.
- De Miguel Díaz, M. (Dir.). (2006). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior*. Oviedo: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- Díaz Barriga, F., y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill.
- Dubs de Moya, R. (2002). El proyecto factible: una modalidad de investigación. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 3(2), 1-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41030203>
- Dubs de Moya, R. (2004). Una estrategia metodológica para el proyecto factible. *Entretemas*, 1 (1), 86-100. <http://revistas.upel.digital/index.php/entretemas/article/view/1032/363>
- Escorcía-Oyola, L., y Jaimes de Triviño, C. (2015). Tendencias de uso de las TIC en el contexto escolar a partir de las experiencias de los docentes. *Educación y Educadores*, 18(1), 137-152. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83439194008>

- Espinosa-Urbina, G. B. (2019). Estrategia pedagógica basada en las tecnologías de información y comunicación (TIC), para la enseñanza de los principios básicos de la convivencia social. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 7(2), 33-37. <https://pdfs.semanticscholar.org/e520/4d4685e2c1345711347e82e3fc67f06dc409.pdf>
- Fardoun, H., González, C., Collazos, C. A., y Yousef, M. (2020). Estudio exploratorio en Iberoamérica sobre procesos de enseñanza-aprendizaje y propuesta de evaluación en tiempos de pandemia. *Education in the Knowledge Society*, (21), 1-9. <https://doi.org/10.14201/eks.23537>
- Fernández March, A. (2006). Metodologías activas para la formación de competencias. *Educatio siglo XXI*, 24. Murcia: Universidad de Murcia. <https://revistas.um.es/educatio/article/view/152>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, (21). <https://doi.org/10.14201/eks.23013>
- García-Planas, M. I., y Taberna-Torres, J. (2021). Transición de la docencia presencial a la no presencial en la UPC durante la pandemia del COVID-19. *International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)*, 15, 177-187. <https://doi.org/10.46661/ijeri.5015>
- Hernández-Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw-Hill.
- Huber, G. L. (2008). Aprendizaje activo y metodologías educativas. *Revista de Educación*, 59, 59-81. <http://www.revistaeducacion.educacion.es/re2008/re2008.pdf#page=59>
- Inciarte González, A., Camacho, H., y Casilla Matheus, D. (2017). Sistematización de experiencias formativas en competencias docentes investigativas. *Opción*, 33(82), 322-343. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31053180014>
- Kowalski, V. A., Erck, I. M., y Enriquez, H. D. (2017). Ventajas del Blended Learning para la Formación por Competencias de Ingenieros Industriales. *X Simposio Internacional de Ingeniería Industrial – Actualidad y Nuevas Tendencias* (págs. 712-721). Oberá, Argentina: Universidad Nacional de Misiones. https://www.fio.unam.edu.ar/Departamentos/industrial/siii/10SIII_Memorias_Extenso.pdf
- Kowalski, V. A., Erck, I. M., y Enriquez, H. D. (2020). Pandemia Quita, Pandemia Da, a propósito de EDUING-FLIX. *LACCEI Innovation Magazine*, 2(3), 29-31. <https://www.yumpu.com/it/document/read/64620146/innovation-laccei-octubre-2020>
- Maldonado Gómez, G., Miró, M. d. I. A., Stratta, A. E., Barreda Mendoza, A., y Zingaretti, L. (2020). La educación superior en tiempos de Covid-19: análisis comparativo México-Argentina. *Revista de Investigación en Gestión Industrial, Ambiental, Seguridad y Salud en el Trabajo-GISST*, 2(2), 35-60. <https://doi.org/10.34893/gisst.v2i2.79>
- Mamaqi, X., y Miguel, J. (2014). El modelo de aprendizaje centrado en el estudiante: un enfoque cuantitativo mediante la aplicación de técnicas multivariantes. En Bernad Monferrer (coord.). *Actualización de los nuevos sistemas educativos*. p. 251-272. España: ACCI (Asociación Cultural y Científica Iberoamericana).
- McCombs, B. (2000). Assessing the Role of Educational Technology in the Teaching and Learning Process: A Learner-Centered

- Perspective. 2000 *Secretary's Conference on Educational Technology*.
- Mertens, D. M. (2015). *Research and evaluation in education and psychology: integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods (Cuarta ed.)*. Estados Unidos de América: Sage Publications.
- Morales Cabrera, M. A. (2020). Experiencia docente en tiempos de la COVID-19. *Educación Química*, 31(5), 92-99. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77111>
- Oswaldo Vázquez, J. Q., Morquecho Salto, J. C., Vázquez Labefre, L. M., y Neira Neira, M. L. (2019). Manual didáctico de emprendimiento para la incubadora de empresas dirigido a estudiantes universitarios. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 4(8), 662-676. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7062661>
- Pérez-López, E., Vázquez Atochero, A., y Cambero Rivero, S. (2021). Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 331-350. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>
- Perrenoud, P. (2007). *Diez nuevas competencias enseñar: Invitación al viaje (Quinta ed.)*. Barcelona: Graó.
- Pimienta Prieto, J. H. (2008). *Evaluación de los aprendizajes: Un enfoque basado en competencias*. México: Pearson Educación.
- Pinos-Coronel, P. C., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C., y Narváez-Zurita, C. I. (2020). Las TIC como mediadoras en el proceso enseñanza – aprendizaje durante la pandemia del COVID-19. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 121-142. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7610726>
- Pozo, J., y Pérez Echeverría, M. (2009) *Psicología del aprendizaje universitario: La formación en competencias*. Madrid: Morata.
- Prado-Prado, S. S., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, J. C., y Narváez-Zurita, C. I. (2020). Google Classroom: aplicación educativa como Entorno de Aprendizaje en zonas rurales en contextos de COVID-19. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(5), 4-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7696087>
- Rojas Suárez, L. Y. (2019). Elevar el rendimiento académico con estrategias educativas. *Revista Científica*, 4(12), 127-140. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2019.4.12.6.127-140>
- Sandoval, C. H. (2020). La Educación en Tiempo del Covid-19 Herramientas TIC: El Nuevo Rol Docente en el Fortalecimiento del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las Prácticas Educativa Innovadoras. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 9(2), 24-31. <https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.138>
- Shin, M., y Hickey, K. (2020). Needs a little TLC: examining college students' emergency remote teaching and learning experiences during COVID-19. *Journal of Further and Higher Education*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2020.1847261>
- Suryaman, H., y Mubarak, H. (2020). Profile of online learning in building engineering education study program during the COVID-19 pandemic. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*, 1(2), 63-77. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v1i2.42>
- Tijo López, S. J. (2020). Enseñanza remota de emergencia en ingeniería civil: lecciones aprendidas. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/781>

- Tobón Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (Cuarta ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones
- Tobón Tobón, S., Pimienta Prieto, J., García Fraile, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson Educación.
- Universidad de la Américas (UDLA) (2015). *Guía para orientar la evaluación educativa en UDLA*. Santiago de Chile: Universidad de las Américas.
- Vargas, J., Cuero, J., y Torres, C. (2020). Laboratorios remotos e IOT una oportunidad para la formación en ciencias e ingeniería en tiempos del COVID- 19: caso de estudio en ingeniería de control. *Revista Espacios*, 41(42). 188-198.
<http://www.revistaespacios.com/a20v41n42/a20v41n42p16.pdf>
- Velásquez- Luna, S. J., Celis- Gutiérrez, J. L., y Hernández-Suárez, C. A. (2017). Evaluación contextualizada como estrategia docente para potenciar el desarrollo de competencias matemáticas en pruebas saber. *Eco matemático*, 8, 33-37. <https://doi.org/10.22463/17948231.1377>
- Verdejo París, P (Coord.), Encinas, M., Trigos, L. (2011). Estrategias para la evaluación de aprendizajes complejos. En: E. M. Zalba Azzoni y M. M. Orta Martínez (Eds.), *Estrategias para la evaluación de aprendizajes: pensamiento complejo y competencias. Sistematización de experiencias y buenas prácticas de docentes universitarios* (pp.19-45). México: Innova Cesal.
- Vialart Vidal, M. N. (2020). Estrategias didácticas para la virtualización del proceso enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. *Educación Médica Superior*, 34(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21412020000300015&script=sci_arttext&tlng=en
- Zimmerman, B. J. (1989). Models of self-regulated learning and academic achievement. En B. J. Zimmerman, B. J., y Schunk, D. H. (Eds.). *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research, and practice*. (pp. 1-25). New York: Springer.

Autores

Isolda Mercedes Erck. Ingeniera Electricista. Especialista en Gestión de Producción y Ambiente. Profesora en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina. Experta en Formación por Competencias en carreras de Ingeniería. Fue Directora de la Especialización en Gestión de Producción y Ambiente, y Subdirectora de la Carrera Ingeniería Industrial. Misiones, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6499-8234>

Email: mercedeserck@gmail.com

Héctor Darío Enríquez. Ingeniero Industrial. Magister en Logística Integral. Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones. Experto en Formación por Competencias en carreras de Ingeniería. Profesor de Posgrado en la Especialización en Gestión de Producción y Ambiente. Misiones, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0475-5008>

Email: enriquez@fio.unam.edu.ar

Víctor Andrés Kowalski. Ingeniero Electromecánico. Magister en Ingeniería de Producción. Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones. Educador Internacional de Ingeniería. International Society for Engineering Pedagogy (IGIP). Experto en Formación por Competencias en carreras de Ingeniería. Misiones, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9628-4471>

Email: victor.andres.kowalski@gmail.com

Roberto Gabriel Giordano Lerena. Ingeniero de Sistemas. Especialista en Gestión de la Tecnología y la Innovación. Profesor y Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad FASTA y Profesor de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Presidente del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería de Argentina 2017-2018. Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5516-290X>

Email: rogord@gmail.com

Sandra Daniela Cirimelo. Licenciada en Ciencias de la Computación de UBA y Experta en Formación por Competencias en Carreras de Ingeniería. Profesora y Vicedecana de la Facultad de Ingeniería de la Universidades FASTA. Directora Grupo de Investigación Competencias en Ingeniería (UFASTA). Profesora en Universidad Nacional de Mar del Plata y Universidad CAECE. Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9986-5183>

Email: scirimelo@gmail.com

Recibido: 20-11-2020

Aceptado: 30-12-2020

Validez Factorial del Instrumento SERVQUALing en la Medición del Nivel de Servicio a clientes por los Restaurantes de Sonora, México

Factorial Validity of the SERVQUALing Instrument in the Measurement of the Level of Service to Customers by Restaurants in Sonora, Mexico

Jesús Martín Cadena-Badilla, José Alfredo Heredia Bustamante, Rafael Hernández León, Joaquín Vásquez Quiroga

Palabras clave: validez factorial, calidad, satisfacción, SERVQUALing, servicio

Key words: factorial validity, quality, satisfaction, SERVQUALing, service

RESUMEN

En este artículo se explora la estructura factorial y consistencia interna del Instrumento SERVQUALing, para medir el nivel de calidad de los servicios en los Restaurantes de Sonora, México. La Estructura Factorial del Constructo se establece por análisis factorial exploratorio mediante Componentes Principales y Rotación Varimax. Resultando cinco factores con 61.8% de varianza explicada, $KMO=0.932$ y Determinante <0.001 . La Confiabilidad se obtuvo con Alfa de Cronbach= 0.922 , siendo muy alto para considerarlo como cuestionario diseñado para poblaciones equivalentes con validez de constructo y confiabilidad interna aceptables. Además, se probó la solución de cinco factores para ajustarse al cuestionario original. Los resultados muestran que el Instrumento SERVQUALing ofrece validez factorial y presenta consistencia interna en sus escalas.

ABSTRACT

In this paper the factorial structure and internal consistency of the SERVQUALing Instrument are explored to measure the level of quality of services in Restaurants in Sonora, Mexico. The Factorial Structure of the Construct is established by exploratory factor analysis using Principal Components and Varimax Rotation. Resulting five factors with 61.8% explained variance, $KMO = 0.932$ and Determinant < 0.001 . Reliability was obtained with Cronbach's Alpha = 0.922 , being very high to consider it as a questionnaire designed for equivalent populations with acceptable construct validity and internal reliability. In addition, the five-factor solution was tested to fit the original questionnaire. The results show that the SERVQUALing Instrument offers factorial validity and presents internal consistency in its scales.

INTRODUCCIÓN

Debido a la integración económica mundial, las empresas deben desarrollar constantemente estrategias relacionadas con la gestión de la calidad para poder mantener una ventaja competitiva. Los esfuerzos deben estar encaminados a la mejora constante de la calidad del servicio que otorgan a sus clientes mediante la transferencia de conocimiento, y la experiencia de los procesos de calidad y las prácticas para implantarlos (Vega, 2014).

La Organización Internacional para la Normalización (ISO) establece que, las organizaciones dependen de sus clientes y por lo tanto deberían comprender sus necesidades actuales y futuras, satisfacer los requisitos y esforzarse en exceder sus expectativas (ISO, 2005). En la Norma ISO 9001 2008 se estableció, y se ratificó en la Norma ISO 9001 2015, que se debe medir el desempeño del sistema de gestión de calidad dando seguimiento a las percepciones de los clientes en cuanto al servicio recibido y determinar en qué medida se cumple con sus expectativas (Global STD, 2016).

Calidad en el servicio y satisfacción del cliente

Gonzales (2015); Larico y Del Pino (2019), definen a la calidad de servicio, como un conjunto de procesos, circunstancias y atributos que aprecian los clientes del servicio que reciben; los clientes al recibir un servicio esperan que sea tal y como ellos esperaban y como se les había prometido. Si ven cubiertas sus necesidades y

superadas las expectativas, se estará dando un valor agregado al servicio; el cual beneficiará a la empresa en cuanto a la rentabilidad; logrando la satisfacción y la fidelización de clientes.

Desde el punto de vista del cliente, la calidad del servicio es un concepto dinámico, que se mueve de acuerdo con las experiencias actuales que tendrán sus futuras expectativas; por tanto, una forma de obtener la información necesaria para aumentar y mantener la calidad del servicio es mediante su constante medición (Morillo y Morillo, 2016). La calidad del servicio se ha vuelto un requisito de competencia entre las organizaciones de todo tipo por las amplias implicaciones positivas que representa en sus resultados, ya que se vuelve una estrategia diferenciadora en el logro del éxito frente a su competencia. (León, 2016).

El Modelo SERVQUAL

La medición de la calidad en los servicios con la escala SERVQUAL se vuelve una variable multidimensional (Cadena-Badilla et al. 2016). Para Galviz, (2011); Mejías y Manrique (2011); Torres-Rodríguez et al. (2018), la calidad del servicio se da en función de la discrepancia que existe entre las expectativas de los consumidores sobre el servicio que van a recibir y sus percepciones sobre el servicio efectivamente prestado por la empresa, es decir, la diferencia entre la calidad percibida y la calidad esperada.

En la investigación que dio pie a este documento, se usó como instrumento de medición una modificación del instrumento SERVQUAL de Zeithaml, Parasuraman, y Berry, (1992), citado por Pineda, Estrada, y Parra, (2011). Además del SERVQUALing de Mejías, Reyes y Maneiro (2006); Vega (2014); Vega-Robles et al. (2015) y Cadena- Badilla et al. (2016). Todos estos investigadores proponen un Modelo SERVQUAL modificado con cinco dimensiones internas para el constructo la calidad de servicio, tal y como se describen a continuación.

a) *Elementos Tangibles*: son las instalaciones físicas, equipos, personal y materiales de comunicación.

b) *Fiabilidad*: se refiere a la habilidad para realizar el servicio de modo cuidadoso y fiable.

c) *Capacidad de Respuesta*: se refiere a la disposición y voluntad para ayudar a los usuarios y proporcionar un servicio rápido.

d) *Seguridad*: hace referencia a los conocimientos y atención mostrados por los empleados y sus habilidades para concitar credibilidad y confianza.

e) *Empatía*: hace referencia a la atención personalizada que dispensa la organización a sus clientes.

El modelo SERVQUAL está diseñado con el fin de evaluar la calidad del servicio brindado al usuario, desde su perspectiva, teniendo como propósito principal para su base, que un servicio de calidad se presenta cuando las percepciones equiparan o sobrepasan sobre las expectativas que el

cliente se creó con relación a un producto o servicio (González, Zurita y Zurita, 2017).

Análisis factorial

Con frecuencia los estudios de investigación se conforman de datos multivariantes, por lo que es necesario utilizar técnicas estadísticas multivariadas. Dentro de estas técnicas se encuentra el análisis factorial (AF) que se caracteriza por sus múltiples usos. En general se conocen dos tipos de análisis factorial: el análisis factorial exploratorio (AFE) y el análisis factorial confirmatorio (AFC) (Hair et al. 2010; Vega, 2014).

El AFE es una técnica estadística de interdependencia donde todas las variables son analizadas en conjunto. Se caracteriza por su versatilidad. Su propósito principal es tratar de establecer una estructura subyacente entre las variables del análisis, a partir de estructuras de correlación entre ellas. Busca definir grupos de variables (factores) que estén altamente correlacionados entre sí. También, se usa para reducir la complejidad de un gran número de variables en un número más reducido; por lo tanto, tiene como objetivo explicar un fenómeno de forma más minuciosa (Vega, 2014; Cadena et al., 2016; Hernández y Espinoza, 2017).

Por otra parte, en el AFC se evalúa hasta qué punto un conjunto de factores organizados teóricamente se ajusta a los datos. En este tipo de análisis, el investigador desempeña un papel mucho más importante, pues a mayor conocimiento del problema, tiene mayor capacidad para formular y probar hipótesis

mucho más concretas y específicas (Hair et al., 2010; Hernández y Espinoza, 2017). En este tipo de análisis se debe establecer un nivel de confianza para poder evaluar si se rechazan o no las hipótesis planteadas.

Los dos análisis no son excluyentes, pero, dependiendo de los objetivos del estudio, se debe decidir cuál es el más adecuado. Cuando el objetivo principal es reducir variables o encontrar nuevos factores o variables latentes, se recomienda el uso del AFE. En los casos en los que se busca llegar a una estructura específica, se recomienda más el uso del AFC, sin embargo, en algunos estudios se ha llegado incluso a realizar los dos análisis (Floyd y Widaman, 1995).

Validación de análisis factorial

La Validez Factorial consiste en analizar que tanto se podrán generalizar los resultados para la población y la influencia potencial de las causas o individuos sobre los resultados (Hair et al., 2010; Vega, 2014). Aquí el aspecto de generalización es extremadamente importante porque el AF describe una estructura de datos que debe ser también representativa de la población y no solo de la muestra. El método más común de generalización de solución en AF es el de replicabilidad de los resultados en una muestra posterior o dividiendo la muestra aleatoriamente en dos subconjuntos, aplicando de nuevo AF a las dos partes de la muestra y hacer comparaciones de resultados. La comparación de las dos matrices factoriales resultantes arrojará una valoración de la robustez de la solución a lo largo de la

muestra ((Hair et al., 2010, Cadena et al., 2016; Almeida et al., 2018).

La validez es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia (Babbie, 2009; Hair et al., 2019; Vega, 2014; Hernández y Espinoza, 2017; Cadena-Badilla, Vásquez y Guzmán, 2019): 1) evidencia relacionada con el contenido, 2) evidencia relacionada con el criterio y 3) evidencia relacionada con el constructo.

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. La validez de contenido sirve para responder las siguientes preguntas: 1) ¿el instrumento mide adecuadamente las principales dimensiones de la variable? 2) las preguntas contenidas en el cuestionario ¿qué tan bien representan a todas las preguntas que pudieran hacerse al respecto?

La validez de criterio se establece al hacer una comparación entre los resultados del instrumento de medición y algún criterio externo que pretenda medir lo mismo (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2014)). Lo que se busca es validar su medición de aceptación mediante la comparación de dos criterios. Este simple ejemplo puede dar la idea de la validez relativa al criterio. El criterio es un estándar con el que se juzga la validez de un instrumento (Wiersma y Jurs, 2008); Cadena-Badilla, et al., 2015). Entre más se relacionen los resultados del instrumento con el criterio, la validez será mayor.

La pregunta que se responde con la validez de criterio es: ¿en qué grado el instrumento comparado con otros criterios externos mide lo mismo? o ¿qué tan cercanamente las puntuaciones del instrumento se relacionan con otro(s) resultado(s) sobre el mismo concepto? (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2014; Hernández y Espinoza, 2017).

La validez de constructo es considerada la validez más importante desde el punto de vista científico y mide que tan exitosamente un instrumento representa un concepto teórico (Grinell, Unrau y Williams, 2005; Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2014; Vega, 2014; Hernández y Espinoza, 2017). Esta validez va encaminada hacia lo que está midiendo el instrumento y como lo está midiendo. Esta validez de constructo integra la evidencia que soporta la interpretación del sentido que poseen las puntuaciones del instrumento (Cadena-Badilla et al. (2016)). La validez de constructo es el grado en que las mediciones del concepto proporcionadas por el instrumento se relacionan consistentemente con otras mediciones de otros conceptos de acuerdo con modelos e hipótesis derivadas

teóricamente. Las preguntas que se responden con la validez de constructo son: ¿Esta realmente reflejado el concepto teórico en el instrumento? ¿Qué significan las instrucciones del instrumento? ¿el instrumento realmente mide al constructo y sus dimensiones? ¿Por qué si o porque no? ¿Cómo opera el instrumento? (Cadena-Badilla, Vásquez y Guzmán, 2019).

Validez Total. se evalúa considerando todos los tipos de evidencia. En la medida en que las evidencias de validez de contenido, de validez de criterio y de validez de constructo sean mayores en un instrumento, este representará más a las variables que pretende medir.

Validez total = validez de contenido + validez de criterio + validez de constructo.

Relación entre confiabilidad y validez. Un instrumento de medición puede ser confiable, aunque no necesariamente válido. Puede ser consistente en los resultados que produce, pero puede suceder que no mida lo que se pretende. Es requisito probar que el instrumento de medición es confiable y válido. De no ser así los resultados no se deben tomar muy seriamente.

METODOLOGÍA

El objetivo de esta investigación es obtener evidencias de validez de constructo (validez factorial) para el Instrumento SERVQUALing y así poder obtener indicadores de confiabilidad para la prueba global y sus subfactores, contrastar los

resultados obtenidos a través de la muestra con los reportados por la literatura científica. Además, se busca aportar validez a la interpretación de los resultados de la aplicación de este instrumento en este contexto empresarial.

Tamaño de Muestra y Estadística Descriptiva

El universo de Restaurantes para el Estado de Sonora, según la Secretaría de Turismo (SECTUR) fue de 1326 (SECTUR, 2019), SECTUR basa esta información en los datos que presenta INEGI, (2018). El tamaño de la muestra que arrojó el muestreo aleatorio simple fue de 315 clientes a encuestar las cuales se repartieron aleatoriamente en el estado de Sonora, después de dividir a la entidad en tres zonas: norte, sur y centro. Este tamaño de muestra tiene un nivel de confianza del 95% y un error estimado del 5%, utilizado para condiciones de validez cuando el estimador del parámetro tiene un comportamiento normal (Barón y Téllez, 2004; Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, y Baptista-Lucio, 2014; Cadena et al., 2016; Rendón-Macías, Villasís-Keever, 2017). Después se procedió a entrevistar a un cliente de forma aleatoria para contestar la encuesta.

La muestra se distribuyó de forma aleatoria en las principales ciudades y comunidades del estado, considerando únicamente las ciudades más importantes del estado las cuales en su conjunto aportan el 95% del PIB estatal (SHE, 2018; INEGI, 2018).

Instrumento Utilizado

El instrumento SERVQUALing está dividido en dos secciones, cada sección tiene una breve explicación respecto de cómo responderla.

La sección I muestra la información de los aspectos generales de los clientes. En la sección II se utiliza un formato de dos columnas: La primera contiene los ítems; la segunda dedicada para determinar la percepción de los clientes (cómo perciben el servicio que reciben en la actualidad).

El cuestionario consta de 22 ítems, tal y como se muestra en la tabla 1, el cual, según indica el manual, consta de cinco Dimensiones denominadas Elementos Tangibles (ET) (4 ítems), Fiabilidad (FI) (5 ítems), Capacidad de Respuesta (CR) (4 ítems), Seguridad (SE) (4 ítems) y Empatía (EM) (5 ítems).

El formato de respuesta utilizado en el estudio fue el de frecuencia. Según este modo de respuesta, los sujetos valoraban cada ítem del cuestionario con una escala tipo Likert en la que indicaban con qué frecuencia habían experimentado en el último año la situación descrita por el ítem. Se les pedirá a los clientes valorar las percepciones del servicio en una escala Likert de 1 a 5 (Tabla 2).

En la Tabla 3 se presenta la adaptación hecha a la escala Likert por Mejías, Reyes, y Maneiro, (2006); Maneiro, Mejías, Romero y Serpa (2008); Quevedo & Andalaft, (2008); y replanteados por Vega (2014); Vega-Robles et al. (2015) y Cadena- Badilla et al. (2016); para conocer el porcentaje de satisfacción.

Tabla 1. *Cuestionario del Modelo SERVQUALing para Restaurantes*

ET-1	El restaurante posee moderno equipamiento y adecuadas instalaciones
ET-2	El restaurante posee tecnología reciente (computadoras, hardware y software).
ET-3	Los materiales respecto al restaurante (folletos, trípticos, encuadernaciones, revistas, impresos) son visualmente atractivos.
ET-4	Los empleados del restaurante tienen una apariencia pulcra.
FI-5	Cuando el personal del restaurante promete hacer algo en cierto tiempo, lo cumple.
FI-6	Cuando el cliente tiene un problema:(algún saldo, un cargo mal efectuado, etc.) el personal del restaurante muestra interés por ayudarlo.
FI-7	El restaurante brinda desde la primera vez, un buen servicio.
FI-8	El restaurante ofrece los servicios en el tiempo prometido (horario).
FI-9	El restaurante mantiene los registros exentos de errores (saldos, estados de cuenta, lista de clientes, etc.).
CR-10	El personal administrativo le comunica al cliente cuándo concluirá el trámite de cualquier documento o servicio solicitado.
CR-11	El personal administrativo le ofrece al cliente los servicios en un tiempo razonablemente corto.
CR-12	El personal administrativo siempre está dispuesto a ayudar al cliente.
CR-13	El personal nunca está demasiado ocupado para responder las inquietudes de los clientes.
SE-14	El personal administrativo inspira confianza a los clientes.
SE-15	El personal administrativo cumple con la entrega de documentos y trámites a tiempo.
SE-16	SE-16 El personal administrativo es siempre amable con los clientes.
SE-17	El personal está capacitado para responder de forma adecuada las preguntas de los clientes
EM-18	El personal administrativo ofrece una atención personalizada a los clientes.
EM-19	El restaurante tiene horarios de atención convenientes para los clientes.
EM-20	El restaurante cuenta con personal suficiente para ofrecer una atención personalizada.
EM-21	El personal del restaurante se preocupa por los intereses de los clientes.
EM-22	El personal administrativo comprende las necesidades de los clientes.

Fuente: Elaboración propia con base en Cadena-Badilla et al. (2016).

Tabla 2. *Escala de Likert*

Escala	Nivel de Satisfacción
1	Muy malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Excelente

Tabla 3. *Puntuación Likert para las encuestas aplicadas a los clientes.*

Escala de Likert	Nivel de Satisfacción	Porcentajes de satisfacción
1,00 a 1,79	Muy malo	20,0 a 35,9
1,80 a 2,59	Malo	36,0 a 51,9
2,60 a 3,39	Regular	52,0 a 67,9
3,40 a 4,19	Bueno	68,0 a 83,9
4,20 a 5,00	Muy bueno	84,0 a 100,0

Fuente. Maneiro, Mejías, Romero y Serpa (2008).

Validación del instrumento de medición

El análisis de fiabilidad se debe llevar a cabo para probar que un conjunto de elementos (ítems) de una escala, puedan conducir a resultados altamente correlacionados con los resultados que se llegarían a obtener si se repitiera la prueba. Es decir, lograr con la escala resultados similares en diferentes contextos (Merino y Lautenschlager, 2003; Hernández y Espinoza, 2017). Un instrumento es fiable cuando se obtienen resultados muy similares al aplicarlo dos o más veces al mismo grupo de individuos o cuando se aplica son formas alternativas del instrumento (Visauta & Martori, 2013); Hernández y Espinoza, 2017).

Para determinar la fiabilidad hay diferentes formas de hacerlo, la más común es utilizar el Alpha de Cronbach, que está orientada hacia la consistencia interna de una prueba, para valores por encima de 0,8 es excelente (Caetano, 2003; Vega, 2014; Hernández y Espinoza, 2017).

RESULTADOS

Como primer paso, se cumplió con los criterios necesarios para la viabilidad del análisis factorial (AF). El determinante de la matriz de correlaciones obtuvo un valor de 0,0000403. La prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa, la prueba KMO de adecuación de la muestra arrojó un valor de 0,932 y la prueba detallada de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov fue significativa

Procedimiento

El análisis de los datos se efectuó en SPSS 23. Se empleó el método de Componentes Principales con rotación Varimax para la extracción de factores, y se retuvieron aquellos con cargas factoriales mayores a 1 (Kaiser, 1960; Tabachnik y Fidell, 2007). Al comparar las matrices de cargas, se observa que, en el caso de las primeras, predominan valores más altos y bajos. Hair et al. (2010), Hernández y Espinoza (2017); sugieren que para que una carga factorial pueda ser considerada como significativa su valor no debe ser inferior a 0,45 (esto equivale a $n=150$). Por otro lado, Morales (2011) y replanteado por Cadena-Badilla, Vega-Robles y Romero, (2014); Cadena et al. (2016); sugieren que una carga factorial de 0,25 (equivalente a $n=400$) ya se puede considerar como significativa, aunque ambos reconocen que depende mucho de la experiencia empírica del investigador y del sustento teórico del constructo. En el caso de este estudio como $n=315$, entonces el punto de corte de significancia para una carga factorial es igual o mayor a 0,3. Para más exactitud, se escogió 0,4.

para todos los ítems. Según (Hair et al., 2010); Vega (2014); Hernández y Espinoza (2017); Tabachnick y Fidell (2019), con estos resultados es válido efectuar un análisis factorial de la matriz de correlaciones. En cuanto a la Confiabilidad del instrumento, se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,926.

Según Mejías, Reyes y Maneiro, (2006); Maneiro, Mejías, Romero y Serpa (2008) y

replanteados por Vega (2014); Vega-Robles et al. (2015) y Cadena- Badilla et al. (2016), en SERVQUALing los factores son independientes por lo que resulta válido utilizar el método de Componentes Principales con Rotación Varimax para la factorización. Los resultados se aprecian en la tabla 5, donde se obtuvieron cuatro factores con cargas factoriales mayores a 1 y que explican el 57,46% de la varianza total, resultando dentro del rango común que es siempre entre 50 y 60% este valor de varianza explicada (Morales, 2011). Para Henson y Roberts (2006); Cadena-Badilla, Vega-Robles y Romero, (2014); Cadena, Vásquez y Guzmán, (2019); esperar una varianza explicada por arriba de este rango es una expectativa poco realista. Se determinó como criterio el asignar un ítem al factor con carga factorial mayor de 0,4. El factor I explicó un 18,72% de la varianza agrupando los ítems SE_16, SE_17, SE_14 y SE_15 de Seguridad (SE). Además, se agruparon también FI_6 y FI_7 de subescala Fidelidad (FI), así como también CR_12 que pertenece a Capacidad de Respuesta (CR). El factor II explica un 14,02% de la varianza con los ítems EM_19, EM_20, EM_18, EM_22 y EM_21, de (EM) y el ítem CR_13, de la subescala Capacidad de Respuesta. El factor III explicó un 13,87% de la varianza con los ítems CR_10, CR_11, de Capacidad de Respuesta (CR), además se agruparon los factores FI_9, FI_8 y FI_5, de Fiabilidad (FI). El factor IV explicó un 10,85% de la varianza con los ítems ET_2, ET_3, ET_1 y ET_4,

correspondientes a Elementos Tangibles (ET). En la Tabla 4 se puede apreciar que las Dimensiones Fiabilidad y Capacidad de Respuesta se agruparon en los factores I y III y si se hace el Factorial con cinco factores, como lo marca SERVQUALING, entonces esta dimensión se crea un quinto factor que combina Capacidad de Respuesta con Fiabilidad. Ver Tabla 5.

En la Tabla 4 corresponde a la Matriz de Componentes Principales de cuatro factores con Rotación Varimax aplicada a los ítems del SERVQUALing. La rotación ha convergido en 7 iteraciones. El análisis factorial que se obtiene no se ajusta al modelo propuesto por Parasuraman, Zeithaml, & Berry, (1988).

En este estudio se pretende realizar un ajuste a cinco factores para hacer coincidir este modelo con el modelo original de Parasuraman, Zeithaml, & Berry, (1988) y como lo hiciera Mejías (2005^a) y Mejías (2005^b); se hizo el mismo análisis, pero ahora ajustando a cinco factores. También aquí se empleó el método de componentes principales con rotación Varimax cuyos resultados se aprecian en la Tabla 5. Los cinco factores explicaron de manera conjunta un 61,82% de la varianza total. Este porcentaje, para algunos podrá ser considerada como baja pero que en realidad es aceptable basándose en los criterios de Morales (2011), quien afirma que es muy común encontrarse con proporciones de varianzas totales explicada por los factores que oscila entre el 50 y 60%.

Tabla 4. *Matriz de Componentes Rotados*

	Componente			
	1	2	3	4
SE_16	0,715	0,348	0,053	0,120
FI_6	0,664	0,049	0,281	0,134
SE_17	0,658	0,343	0,169	0,130
FI_7	0,652	0,143	0,239	0,233
CR_12	0,619	0,316	0,392	0,008
SE_14	0,575	0,451	0,210	0,099
SE_15	0,511	0,281	0,361	0,226
EM_19	0,064	0,729	0,010	0,236
EM_20	0,173	0,689	0,279	0,185
EM_18	0,296	0,639	0,229	0,103
EM_22	0,370	0,587	0,266	0,005
EM_21	0,445	0,527	0,292	0,067
CR_13	0,347	0,382	0,295	-0,027
CR_10	0,137	0,198	0,779	0,244
FI_9	0,131	0,207	0,698	0,281
CR_11	0,300	0,296	0,655	0,104
FI_8	0,433	0,176	0,545	0,049
FI_5	0,376	0,080	0,524	0,135
ET_2	-0,065	0,113	0,135	0,794
ET_3	0,219	0,145	0,195	0,742
ET_1	0,203	0,110	0,134	0,732
ET_4	0,457	0,077	0,117	0,480

Tabla 5. *Matriz de Componentes Rotados*

	Componente				
	1	2	3	4	5
SE_16	0,689	0,346	0,222	0,156	-0,031
CR_13	0,680	-0,090	0,149	0,020	0,328
SE_17	0,643	0,342	0,224	0,160	0,090
SE_14	0,639	0,254	0,318	0,127	0,155
CR_12	0,603	0,387	0,202	0,032	0,305
SE_15	0,553	0,264	0,159	0,253	0,309
FI_7	0,260	0,717	0,213	0,222	0,067
FI_8	0,154	0,609	0,238	0,027	0,407
FI_6	0,435	0,556	0,017	0,149	0,148
FI_5	0,117	0,545	0,137	0,118	0,403
EM_19	0,142	0,026	0,744	0,214	0,013
EM_20	0,176	0,209	0,712	0,159	0,242
EM_22	0,357	0,294	0,561	-0,003	0,203
EM_21	0,300	0,454	0,550	0,050	0,189
EM_18	0,483	0,050	0,525	0,115	0,229
ET_2	-0,007	-0,077	0,108	0,793	0,175
ET_3	0,227	0,103	0,101	0,754	0,189
ET_1	0,053	0,240	0,154	0,724	0,090
ET_4	0,287	0,361	0,066	0,490	0,037
CR_10	0,284	0,108	0,098	0,252	0,781
FI_9	0,075	0,296	0,222	0,262	0,651
CR_11	0,379	0,229	0,205	0,111	0,620

En un estudio de revisión de 60 análisis factoriales realizado por Henson y Roberts (2006); la proporción media de varianza explicada por los factores que se encontró fue del 52.03 %; aunque algunos autores proponen un 75% como resultado satisfactorio, para Henson y Roberts (2006) y Cadena-Badilla, Vega-Robles y Romero, (2014); Cadena et al. (2016), es una expectativa muy poco realista.

El factor I explicó un 16,32% de la varianza, quedó constituido por los ítems SE_14, SE_15, SE_17, CR_12 y CR_13 de la subescala Seguridad (SE), aunque aquí se agruparon dos ítems de la subescala Capacidad de Respuesta (CR). El factor II explicó un 12,34% de la varianza, con los

ítems FI_5, FI_6, FI_7 y FI_8 de Fiabilidad. El factor III explicó un 11,43% de la varianza con los ítems EM_18, EM_19, EM_20, EM_21 y EM_22 de la subescala de Empatía. El Factor IV explicó un 10,96% de la varianza, con los ítems ET_1, ET_2, ET_3 y ET_4 de la subescala de Elementos Tangibles (ET). El Factor V explicó un 10,76% de la varianza, agrupando los ítems CR_10, CR_11 y FI_9. Estos resultados son muy similares a un estudio de Validez factorial realizado a una muestra de estudiantes universitarios (Vega-Robles, Mejías, Cadena-Badilla y Vásquez, (2015)). En lo referente a la media, la desviación típica y el valor alfa de Cronbach para las subescalas del SERVQUALing se tienen

que la media para la subescala de *Elementos Tangibles* fue de $M=15,28$ y $DT=3,121$; para *Fiabilidad* $M=20,12$ y $DT=3,17$; para *Capacidad de Respuesta* $M=15,04$ y $DT= 3,05$, para *Seguridad* $M=16,16$ y $DT=2,79$ y para *Empatía* $M=19,96$ y $DT=3,49$.

Al revisar la correlación r de Pearson, la más alta se dio entre las dimensiones *Elementos Tangibles* y *Fiabilidad* ($r= 0,590$, $p < 0.001$), Seguidamente la correlación entre *Fiabilidad* con *Capacidad de Respuesta* fue de ($r= 0,572$, $p < 0.001$), mientras que para *Capacidad de Respuesta* con *Empatía* se encontró ($r= 0,513$, $p < 0.001$), Siguiendo con el análisis de correlación r de Pearson, para *Fidelidad* con *Empatía* se obtuvo se tuvo ($r= 0,508$, $p < 0.001$), entre *Seguridad* y *Empatía* se obtuvo ($r= 0,503$, $p < 0.001$). y entre *Fidelidad* y *Seguridad* se obtuvo ($r= 0,484$, $p < 0.001$). Siguiendo con este análisis se observó una correlación de ($r=0,423$, $p < 0.001$) entre las dimensiones *Elementos Tangibles* y *Capacidad de Respuesta*, entre

Elementos Tangibles y *Seguridad* se obtuvo ($r= 0,398$, $p < 0.001$), para *Elementos Tangibles* y *Fidelidad* ($r=0,389$, $p < 0.001$) y, por último, entre *Elementos Tangibles* y *Empatía* se observó ($r= 0,341$, $p < 0.001$).

En lo referente a la Confiabilidad del instrumento, las Alfa de Cronbach obtenidas fueron $\alpha = 0,740$ para *Elementos Tangibles*, $\alpha = 0,758$ para *Fiabilidad*, $\alpha = 0,769$ para *Capacidad de Respuesta*, $\alpha = 0,861$ para *Seguridad* y $\alpha = 0,798$ para *Empatía*. Estos valores resultaron similares en comparación con un estudio de validez para medir la calidad de los servicios aplicada a estudiantes en Venezuela y México, (Mejías 2005a y 2005b), también con un estudio sobre medición de calidad (Vega et al, 2015) en Chile enfocado a los docentes (Buzzetti, 2005) y también muy similares a los resultados de un estudio efectuado en Colombia y enfocado a la calidad prestada por una Universidad en Colombia (Arciniegas y Mejías, 2017).

DISCUSIÓN

En este arreglo de cinco factores se pueden ver algunos problemas e inconsistencias con la validez factorial original del SERVQUALing:

No se cumple con el arreglo original penta factorial del instrumento original ya que el primer factor *Seguridad* debería contener cuatro variables y la solución factorial le asocia seis. Los factores 2, 3 y 4 (*Fiabilidad*, *Empatía* y *Elementos Tangibles*) no presentan ningún problema en cuanto a la solución factorial original de las variables que debe contener. El problema

se presenta en el factor cinco *Capacidad de Respuesta*, ya que presenta menos ítems de los que por definición le corresponden al contener solo dos de los cuatro que le corresponden, los otros dos ítems se sumaron al factor 1.

Al analizar las relaciones entre los factores obtenidos en el análisis de cuatro factores, se ha podido ver que existe cierto nivel de correlación entre los factores 1 y 2 y también esto se ve reflejado en la ambigüedad del ítem CR_13 que carga prácticamente igual en el factor 1 y en el

factor 2. Algo similar sucedió con el análisis de cinco factores donde el ítem EM_18 se carga igual al factor 1 y al factor 3. Hair, Anderson, Tatham y Black (2010) aseguran que cuando esto pasa se debe a que existe correlación entre los factores con cargas compartidas de variables y los factores deben ser incorrelacionados. Cuando se sospecha cierta correlación entre factores se dice que estos no son ortogonales sino oblicuos y se debe probar una solución con una rotación oblicua.

La rotación con VARIMAX se considera ortogonal cuando los factores permanecen incorrelacionados con el proceso de rotación. En muchas ocasiones los factores no necesitan estar incorrelacionados y en este caso se requiere de cierta correlación entre los factores conceptualmente ligados. En el presente estudio de medición del nivel de la calidad de servicio es de esperarse que exista cierta correlación entre los factores de Capacidad de Respuesta y Seguridad porque el cumplimiento de un factor lleva al aseguramiento del otro por liga conceptual (González, Lacasta y Ordoñez, 2008). Por esta razón, tal y como lo hiciera Abu-Hilal (1995), quedó justificada la reproducción factorial del instrumento SERVQUALING, pero ahora con una rotación oblicua para analizar la estructura factorial con este tipo de rotación. Como resultado de la rotación oblicua Oblimin de cinco factores, las variables EM_21 y CR_13 cargan con casi la misma significancia en los factores 1 y 3 y 1, 3 y 4 respectivamente lo que indica un cierto nivel de correlación entre estos

factores debido también a que se encuentran conceptualmente ligados. Como ambas variables resultan ambiguas a estos factores y siguiendo los conceptos teóricos, se puede adoptar esta estructura factorial como la más adecuada para el presente estudio debido a los argumentos presentados por Mejías, Reyes y Maneiro, (2006); Maneiro, Mejías, Romero y Serpa (2008); Hair et al. (2010); y retomados por Vega, (2014); Vega-Robles et al. (2015) y Cadena-Badilla et al. (2016).

El resultado de un AF arroja información acerca de un instrumento con una determinada muestra, pero no de un constructo (Gil-Monte y Moreno-Jiménez, 2007 y retomado por Cadena-Badilla et al. (2014), por Vega et al. (2015) y por Cadena et al. (2016). Los resultados de un AF dependen de la naturaleza temática y del contenido de los ítems que conforman el cuestionario. En otras palabras, el AF no resuelve la naturaleza de un constructo sino de los elementos contenidos en el instrumento, sirve para saber si con ese instrumento realmente estamos midiendo lo que queremos medir.

Para Gil-Monte y Moreno-Jiménez (2007), y retomado por Cadena-Badilla et al. (2014), por Vega et al. (2015) y por Cadena et al. (2016), es un grave error querer identificar el resultado de un AF con un constructo, no es correcto ni metodológica ni epistemológicamente. Debe ser al revés, la teoría es la que debe optar por alguna de las alternativas válidas que arroja un AF tanto exploratorio como confirmatorio. También este es un grave error para Seaman y Allen

(2012) y Cadena et al. (2016), quienes aseguran que el AF tan solo es una herramienta estadística para dar validez a un conjunto de datos buscando reducir sus variables descriptoras a un número menor

de variables subyacentes que remplace a las variables originales, facilitando información válida para enriquecer el constructo.

CONCLUSIONES

Se cumplió con los criterios necesarios para considerar válido un análisis factorial donde el determinante de la matriz de correlaciones obtuvo un valor de 0,0000403. La prueba de esfericidad de Bartlett fue significativa, la prueba KMO de adecuación de la muestra fue de 0,932 y la prueba detallada de Normalidad de Kolmogorov-Smirnov fue significativa para todos los ítems. Con estos resultados fue válido efectuar un análisis factorial de la matriz de correlaciones, además de que, en lo referente a la Confiabilidad del instrumento, se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,926.

Como los factores son independientes, resulta válido utilizar el método de Componentes Principales con Rotación Varimax para la factorización. En los resultados, primero se obtuvieron cuatro factores con cargas factoriales mayores a 1 y que explican el 57,46% de la varianza total, resultando dentro del rango común que es siempre entre 50 y 60%. Se determinó como criterio el asignar un ítem al factor con carga factorial mayor de 0,4.

En el Análisis Factorial de Cuatro Factores el factor Capacidad de Respuesta (CR) que forma parte de este Constructo no se manifestó como tal en el resultado de este

Análisis Factorial. Sus elementos se cargaron más en el Factor Fiabilidad (FI) con información oportuna (CR_10) y servicio rápido (CR_11), y en menor medida en Empatía (EM) con la disposición a responder a dudas (CR_13) y en Seguridad (SE) con la disposición a ayudar (CR_12).

Como las Dimensiones Fiabilidad y Capacidad de Respuesta se agruparon en los factores I y III y como el arreglo obtenido no se ajusta al modelo propuesto por Parasuraman, Zeithaml, & Berry; se determinó realizar un Análisis Factorial con cinco factores, como lo marca el constructo de SERVQUALing. También aquí se empleó el método de componentes principales con Rotación Varimax.

Los cinco factores explicaron de manera conjunta un 61,82% de la varianza total. Este porcentaje, para algunos podrá ser considerada como baja pero que en realidad es aceptable basándose en resultados de estudios previos donde se puede ver que es muy común encontrarse con proporciones de varianzas totales explicada por los factores que oscila entre el 50 y 60%.

En el Análisis Factorial de Cinco Factores el Factor Capacidad de Respuesta (CR) que

forma parte de este Constructo se manifestó como el quinto factor o dimensión en el resultado de este Análisis Factorial solo con información oportuna (CR_10) y con servicio rápido (CR_11), además de que incluyó a información sin errores (FI_9). Sus elementos se cargaron de igual forma en el Factor Seguridad (SE) con la disposición a responder a dudas (CR_13), también con la disposición a ayudar (CR_12). Por lo demás, los restantes cuatro factores (SE, FI, EM y ET) se agruparon en factores tal y como lo marca el constructo teórico.

Al revisar la correlación r de Pearson, la más alta se dio entre las dimensiones Elementos Tangibles y Fiabilidad. Seguida por la correlación entre Fiabilidad con Capacidad de Respuesta y por la correlación entre Capacidad de Respuesta con Empatía. Siguiendo con el análisis de correlación r de Pearson, se obtuvo correlación significativa entre Fidelidad y

Empatía, Seguridad y Empatía y entre Fidelidad y Seguridad. Se obtuvo correlación significativa entre las dimensiones Elementos Tangibles y Capacidad de Respuesta, entre Elementos Tangibles y Seguridad, Elementos Tangibles y Fidelidad y, por último, entre Elementos Tangibles y Empatía.

En lo referente a la Confiabilidad del instrumento, las Alfa de Cronbach obtenidas fueron $\alpha = 0,740$ para Elementos Tangibles, $\alpha = 0,758$ para Fiabilidad, $\alpha = 0,769$ para Capacidad de Respuesta, $\alpha = 0,861$ para Seguridad y $\alpha = 0,798$ para Empatía. Estos valores resultaron similares en comparación con un estudio de validez para medir la calidad de los servicios aplicada en otros contextos.

Los resultados muestran que el Instrumento SERVQUALing evidencia validez factorial y presenta consistencia interna en sus escalas.

REFERENCIAS

- Abu-Hilal, M. (1995). Dimensionality of burnout: Testing for invariance across Jordanian and Emirati teachers. *Psychological Reports*, 77, 1367-1375. <https://doi.org/10.2466/pr0.1995.77.3f.1367>
- Almeida et al. (2018). Equivalencia factorial de las versiones en español y portugués de un cuestionario de expectativas académicas. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 50(1), 9-2. <http://dx.doi.org/10.14349/rlp.2018.v50.n1.2>
- Arciniegas, J., Mejías, A. (2017). Percepción de la calidad de los servicios prestados por la Universidad Militar Nueva Granada con base en la escala SERVQUALing, con Análisis Factorial y Análisis de Regresión Múltiple. *Revista Comunicación de la Universidad Militar de Granada*, 8 (1). <http://www.scielo.org.pe/pdf/comunica/v8n1/a03v8n1.pdf>
- Babbie E. (2009). *The practice of social research. 10th Edition*. Ed. Wadsworth Publishing Company. Belmont, CA.
- Barón, F. y Téllez, F. (2004). *Apuntes de Bioestadística: Tercer Ciclo en Ciencias de la Salud y Medicina*. Departamento de Matemáticas Aplicada. Universidad de Málaga. <http://www.bioestadistica.uma.es/baron/apuntes/ficheros/cap02.pdf>

- Buzzetti, M. (2005). *Validación del MBI en Dirigentes del Colegio de Profesores A.G. de Chile. Tesis de Grado*. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Chile. http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2005/buzzetti_m/html/index-frames.html
- Cadena-Badilla, M.; Mejías A.; Vega-Robles, A.; Vásquez, J. (2015). La satisfacción estudiantil universitaria: análisis estratégico a partir del análisis de factores. *Industrial Data*, 18 (1), 9-18. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/idata/article/view/12062/10777>
- Cadena-Badilla, J., Vega-Robles, A., Real Pérez, I., & Vásquez Quiroga, J. (2016). Medición de la calidad del servicio proporcionado a clientes por Restaurantes en Sonora, México. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 5 (17), 41-60. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679004.pdf>
- Cadena-Badilla, J., Vásquez, J. y Guzmán, J. (2019). *Estrategias para Reducir el Burnout en los Mandos de las MIPYMES*. Editorial Académica Española Mauritius 2019.
- Floyd, F. J., & Widaman, K. F. (1995). Factor analysis in the development and refinement of clinical assessment instruments. *Psychological Assessment*, 7, 286-299. <http://dx.doi.org/10.4236/ojs.2014.46043>
- Galviz, G. I. (2011). *Calidad en la gestión de servicios*. Maracaibo, Venezuela: Fondo Editorial Biblioteca, Universidad Rafael Urdaneta. <https://docplayer.es/6274895-Calidad-en-la-gestion-de-servicios.html>
- Gil-Monte, P. y Moreno-Jiménez, B. (2007). *El Síndrome de Quemarse por el Trabajo (Burnout). Grupos Profesionales de Riesgo*, 1ra edición. Madrid: Ed. Ediciones Pirámide.
- Global STD Certification. (2016). La Norma ISO 9001 ¡Se Actualizó! GLOBAL ESTANDAR CERTIFICATION. Organismo de Certificación y Capacitación. <https://www.globalstd.com/blog/la-norma-iso-9001-se-actualizo/> Consultado en diciembre de 2020.
- González, M., Lacasta, M., y Ordoñez, A. (2008). *El Síndrome de Agotamiento Profesional en Oncología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana (ed.).
- González, M., Zurita, E., y Zurita, M. (2017). El Modelo Servqual y u Incidencia en el Nivel de Satisfacción de la Carrera de Economía de la Universidad Nacional De Chimborazo. *European Scientific Journal*, 13 (25). <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p339>
- Grinnell, R., Unrau, Y. y Williams, M. (2005). Scientific inquiry and social work. En R. M. Grinnell e Y. A. Unrau (Eds.). *Social work: Research and evaluation. Quantitative and qualitative approaches 7th Ed.* 3-21. New York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. y Black, W. (2010). *Análisis Multivariante. 5ta. Ed.* Madrid: Ed. Pearson Prentice Hall.
- Henson R. y Roberts J. (2006). Use of Exploratory Factor Analysis in Published Research: Common Errors and Some Comment on Improved Practice. *Educational and Psychological Measurement, Journal of Educational Psychology, Personality and Individual Differences, and Psychological Assessment*, 66, (3). 393-416. <http://dx.doi.org/10.1177/0013164405282485>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). *Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (6ª ed.)*. México: McGraw-Hill. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hernández, R., Espinoza, F. (2017). *Requerimientos para Formular Estrategias en Orientación al Mercado*. Editorial Publicia. Deutschland, Alemania 2017.

- INEGI. (2018). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2018. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/AEGPEF_2018/702825107017.pdf
- Kaiser, H. (1960). The application of electronic computers to analysis factorial. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151. <http://dx.doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Larico L., y Del Pino J. (2019). Calidad de servicio y satisfacción del cliente en los principales restaurantes del distrito de Juliaca provincia de San Román 2018. *Revista Científica Huellas Turísticas*, 1 (1), <http://dx.doi.org/10.35306/v1i1.718>
- León, B. (2016). La importancia de la Calidad en las Empresas. EMPRENDICES. <https://www.emprendices.co/la-importancia-la-calidad-las-empresas/>
- Maneiro, N.; Mejías, M.; Romero, M. y Zerpa, J. (2008). Evaluación de la Calidad de los Servicios, una Experiencia en la Educación Superior Venezolana. *EDUCERE*, 12 (43), 797-804. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35614570016.pdf>
- Mejías, A. (2005a). Modelo para Medir la Calidad del Servicio en los Estudios Universitarios de Postgrado. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 9 (34), 81-85. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212005000200004&lng=es&tlng=es
- Mejías, A. (2005b), Validación de un Instrumento para Medir la Calidad de Servicio en Programas de Estudios Universitario. *Revista Ingeniería Industrial*, 27 (2), 20-25. <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433559008.pdf>
- Mejías, A, Reyes, O. y Maneiro, M. (2006). Calidad de los servicios en la educación superior mexicana: aplicación del SERVQUALING en Baja California. *Investigación y Ciencia*, 14 (34), 36-41. <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/674/67403407.pdf>
- Mejías, A. y Manrique, S. (2011). Dimensiones de la satisfacción de clientes bancarios universitarios: una aproximación mediante el análisis de factores. *Ingeniería Industrial*, 32 (1), 43-47. <https://www.redalyc.org/pdf/3604/360433575007.pdf>
- Merino, César. & Lautenschlager, Gary. (2003). Comparación estadística de la confiabilidad alfa de Cronbach: Aplicaciones en la medición educacional y psicológica. *Revista de Psicología – Universidad de Chile*, 12(2), 129 – 139. <https://www.redalyc.org/pdf/264/26412209.pdf>
- Morales, P. (2011). El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de test, escalas y cuestionarios. Universidad Pontificia Comillas, Madrid. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Apuntes de Materia: Análisis Multivariante. (Última revisión, 8 de Enero, 2011). <https://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/AnalisisFactorial.pdf>
- Morillo, M. y Morillo, M. (2016). Satisfacción del usuario y calidad del servicio en alojamientos turísticos del estado Mérida, Venezuela. *Revista de Ciencias Sociales*, 22 (2), 111-131. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/24863/25430>
- Parasuraman, A., Berry, L. y Zeithaml, V. (1988): SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring customer perceptions of service quality. *Journal of Marketing, Journal of Retailing*, 64 (Spring), 12-40. [https://www.researchgate.net/publication/308054609 E-SQUAL A multiple-](https://www.researchgate.net/publication/308054609_E-SQUAL_A_multiple-)

[item scale for measuring consumer perceptions for service quality/link/598b24f0458515c333a32d09/download](https://doi.org/10.1016/j.proci.2011.10.001)

Pineda, U., Estrada, M., & Parra, C. (2011). Aplicación del modelo Servqual y herramientas de ingeniería de la calidad para la planificación del servicio en la Biblioteca Central de la Universidad de Antioquia. *Rev. Interam. Bibliot. Medellín (Colombia)*, 34 (3), 243-255.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rib/v34n3/v34n3a1.pdf>

Rendón-Macías, M., Villasís-Keever, M. (2017). El protocolo de investigación V: el cálculo del tamaño de muestra. *Revista alergia México*, 64 (2). <https://doi.org/10.29262/ram.v64i2.267>

SECTUR Secretaría de Turismo (2019), Página tomada del Internet: <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx> Compendio Estadístico de actividad Hotelera y Restaurantera.

SHE Secretaría de Hacienda Estatal. (2019). Estadísticas, 2019. Gobierno del Estado de Sonora. Tomado del <https://hacienda.sonora.gob.mx/finanzas-publicas/estadisticas/> el 23 de marzo de 2019.

Seaman, J. y Allen, I. (2012). Statistics Roundtable. Words of Caution. Can reducing variables in factor analysis harm your objectives? *Quality Progress*, (7), 48-50. <http://asq.org/quality-progress/2012/07/statistics-roundtable/words-of-caution.html>

Tabachnick, B. y Fidell, L. (2019). *Using multivariate statistics*. 7th Edition. Ed. Pearson New York, NY. 2019. <https://www.pearsonhighered.com/assets/pdf ace/0/1/3/4/0134790545.pdf>

Torres-Rodríguez., Caballero-Mero., Fernández-Sanabria y Viera-Manzo (2018). La calidad de los servicios gastronómicos en el balneario San clemente, Manabí, Ecuador. *Retos Turísticos*, 17 (2), 1-9. <https://docplayer.es/135087911-La-calidad-de-los-servicios-gastronomicos-en-el-balneario-san-clemente-manabi-ecuador.html>

Vega, R. (2014). *Estrategias Tecnológicas que Fortalezcan la Orientación al Mercado en los Hoteles del Estado de Sonora*. Tesis Doctoral. Universidad Popular Autónoma de Puebla.

<http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/mexico-incrementa-72-los-ingresos-de-divisas-por-turismo-en-el-primer-semester>

Vega-Robles, A., Mejías, A., Cadena-Badilla, M., Vásquez, J. (2015). Análisis de la calidad de los servicios académicos: caso de estudio Ingeniería Industrial y de Sistemas Campus Caborca, Universidad de Sonora, México. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 18 (2), 20-26.

<https://www.redalyc.org/pdf/816/81643819004.pdf>

Visauta, B., & Martori, J. (2013). *Análisis estadístico con SPSS para Windows*. Madrid: McGraw-Hill.

https://www.563krt.com/scripts/un981c61?a_aid=d58040dd&a_bid=c28f910b&chan=man&data1=B.+Visauta+&data2=main&p=af

Zeithaml, V. Parasuraman, A. and Berry, L.L. (1992), "Strategic positioning on the dimensions of service quality", in Swartz, T.A., Bowen, D.E. and Brown, S.W. (Eds), *Advances in Services Marketing and Management*, 2, JAI Press, Greenwich, CT, 207-28. <https://doi.org/10.1177/0047287594033002109>

Autores

Jesús Martín Cadena-Badilla. Ingeniero Industrial Administrador, Magíster en Administración, Magíster en Ingeniería Industrial con especialidad en Manufactura Automatizada, Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor Investigador Titular C, Departamento de Ingeniería Industrial, División de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Sonora, México.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2644-1424>

Email: mcadena@guaymas.uson.mx

Alfredo Heredia Bustamante. Contador Público, Magíster en Administración, Doctor en Gestión Estratégica. Profesor Investigador Titular A, Departamento de Contabilidad, División de Ciencias Económico-Administrativas. Universidad de Sonora, México.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5691-1645>

E-mail: aheredia@pitic.uson.mx

Rafael Hernández León. Ingeniero Químico, Magíster en Ciencias Computacionales, Doctor en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor Investigador Titular A, Departamento de Ingeniería Industrial, División de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Sonora, México.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8720-7757>

E-mail: rafa@caborca.uson.mx

Joaquín Vásquez Quiroga. Ingeniero Industrial y de Sistemas, Magíster en Ingeniería Industrial con especialidad en Manufactura, Estudiante de Doctorado en Planeación Estratégica y Dirección de Tecnología. Profesor Investigador Titular A, Departamento de Ingeniería Industrial, División de Ciencias e Ingeniería. Universidad de Sonora, México.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2768-8178>

E-mail: jovaqui@caborca.uson.mx

Recibido: 21-01-2020

Aceptado: 27-06-2020

Evaluación de la calidad percibida de juegos digitales para la enseñanza de ingeniería

Assessment of the perceived quality of digital games for engineering education

Alexsandra Schmidt, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco, Jonatas Ost Scherer

Palabras clave: calidad percibida, juegos educativos, juegos en la ingeniería, educación en ingeniería

Key words: perceived quality, educational games, engineering games, engineering education

RESUMEN

El presente trabajo pretende desarrollar un modelo de evaluación de la calidad percibida por los estudiantes de los juegos educativos digitales aplicados en la enseñanza de ingeniería. Para probar el modelo propuesto, se llevó a cabo un estudio de caso con la aplicación de un cuestionario a estudiantes de pregrado en ingeniería industrial de una universidad brasileña. El modelo desarrollado, denominado EG4QUAL, presenta cuatro dimensiones: aprendizaje, actitudes, motivación y elementos de apoyo, con 26 atributos de calidad. Después de su aplicación, se verificó su fiabilidad basándose en el coeficiente alfa del Cronbach. Como resultado del estudio de caso, se identificaron los principales atributos con una mejor y peor percepción de la calidad para ayudar a la toma de decisiones de los docentes sobre la mejora de los juegos en estudio.

INTRODUCCIÓN

Se han introducido nuevas tecnologías en el ambiente educativo durante las últimas décadas (Freeman, Becker, & Hall, 2015). Cuban (1986) ha evaluado la introducción de radio, cine, televisión y ordenador en

ABSTRACT

This work aims to develop a model for evaluating the quality perceived by students of digital educational games applied in engineering education. To test the proposed model, a case study was carried out with the application of a questionnaire to undergraduate students in industrial engineering from a Brazilian university. The model developed, called EG4QUAL, has four dimensions: learning, attitudes, motivation and support elements, with 26 quality attributes. After its application, its reliability was verified based on the Cronbach's alpha coefficient. As a result of the case study, the main attributes with better and worse perception of quality were identified to help teachers make decisions about improving the games under study.

escuelas norteamericanas desde el año de 1920., demostrando una serie de fracasos al intentar introducir nuevas tecnologías en el entorno escolar, debido al hecho de que el tiempo de adaptación de cada tecnología

fue mayor que el tiempo para la emergencia de uno nuevo, generando el mínimo beneficio académico. Además, la falta de recursos, burocracia y resistencia de los docentes condujo al bajo rendimiento de la inserción de estas tecnologías.

Actualmente, los juegos digitales se incorporan en el aula como un método pedagógico potencial (Bodnar, Anastasio, Enszer & Burkey, 2016). El aprendizaje a través de juegos, GBL (*game-based learning*), es un área que ha atraído la atención de los investigadores que estudian acerca de las tecnologías educativas (Johnson, Estrada & Freeman, 2014). Sin embargo, hay pocos modelos en la literatura que midan los resultados del uso de estos juegos para el aprendizaje (Bodnar et al., 2016). Además, existe una escasez en la literatura de procedimientos y métodos validados para la evaluación de estos juegos (Mayer et al., 2014; Petri & Wangenheim, 2017). Debido al hecho de que, históricamente, las nuevas tecnologías tienen dificultades para ser introducidas en el ambiente educativo (Cysneiros, 1999), un modelo para evaluar la calidad percibida y la identificación de problemas de aceptación de estas tecnologías puede ser muy útil (Shchiglik, Barnes & Scornavacca, 2016).

El objetivo de esta investigación era crear un modelo para evaluar la percepción de la calidad de los estudiantes en los juegos educativos digitales. El modelo se basó en los estudios de la literatura y teorías sobre los juegos educativos, aprendizaje a través de juegos, aprendizaje basado en juegos

digitales (DGBL, *digital game-based learning*), el juego serio (*serious game*) y la calidad percibida en los juegos digitales. La propuesta fue evaluada con estudiantes de ingeniería industrial de una Universidad Federal brasileña.

El artículo se estructura en las siguientes secciones: introducción, que incluye el marco teórico, metodología, resultados y discusión, y finalmente, consideraciones finales. La introducción presenta una contextualización sobre el tema, los objetivos y las razones para la realización del estudio.; en el marco teórico aporta una base teórica al estudio, demostrando conceptos y estudios presentes en la literatura sobre el foco del trabajo. En la metodología se presentan los pasos para la realización de la investigación y demuestran la forma en que se realizaron. En secuencia, se obtienen los resultados y su análisis. Finalmente, las consideraciones finales aportan los debates, conclusiones y futuros estudios sobre el tema.

Marco teórico

Aprendiendo a través de juegos

Entre los desarrollos considerados importantes en la tecnología educativa están los juegos (Freeman et al., 2015). Según Crawford (1984), un juego es una representación subjetiva de una realidad, un sistema cerrado que se gestiona. Para Dempsey, Haynes, Lucassen y Casey (2002), un juego se define como una serie de actividades que involucran metas, reglas, competencias y pueden involucrar a uno o más jugadores. Prensky (2001) corrobora la afirmación de que un juego difiere de una

simulación por tener reglas, objetivos, particularidades y condiciones para ganar el juego; señala que el juego es una actividad interesante que involucra y motiva a los participantes. Michael y Chen (2005) establecen juego serio (Serious Game) como un juego en el que el objetivo principal es la educación y no el entretenimiento. Además, de Freitas (2006) define juegos educativos como algo que utiliza características de juego de ordenador para crear experiencias de aprendizaje con objetivos específicos. Prensky (2001) define el aprendizaje a través de juegos digitales, DGBL, como un tipo de juego que integra el aprendizaje y los juegos digitales con el objetivo de ayudar a los jugadores a aprender acerca de cierto asunto. Según Mayer y Johnson (2010), DGBL contiene cuatro particularidades: reglas y restricciones; respuestas dinámicas a las acciones de los jugadores; desafíos apropiados para que el jugador gane un sentido de la autoeficacia y el aprendizaje gradual y orientado a los

resultados con dificultad creciente. Los autores afirman que este concepto puede usarse para juegos digitales o para juegos tradicionales. En resumen, en GBL y DGBL el objetivo no es sólo entretener al jugador, sino proporcionar aprendizaje sobre diversos temas (Zyda, 2005).

Los estudios demuestran que el GBL, puede ayudar eficazmente en el aprendizaje (Adams, 1998; Matanza, 2005; De Freitas, 2006; Papastergiou, 2009; Huizenga, 2009; Ke, 2014; Pons-Lelardeux, Galaup, Segonds y Lagarrigue, 2015; Jong y Shang, 2015; Hamari et al., 2016; Bodnar et al., 2016; Qian y Clark, 2016; Chang, Liang, Chou & Lin, 2017).

Gee (2003) indica que los juegos pueden ayudar en el aprendizaje, además de proporcionar mejoras en las habilidades de comunicación y el trabajo en equipo, y que las escuelas podrían utilizarlos para mejorar la enseñanza. En el Cuadro 1 resume los estudios que abordan el aprendizaje a través de juegos.

Cuadro 1. *Estudios sobre aprendizaje por medio de juegos*

Autor	Tema
Adams (1998)	Software SimCity2000.
Kiili (2005)	Importancia del diseño.
De Freitas (2006)	Relación entre el aprendizaje y la diversión.
Papastergiou (2009)	Diferencias entre aprender con y sin el uso de juegos.
Huizenga (2009)	
Ke (2014)	El antes y después de la inserción del juego.
Hamari et al. (2016)	Impacto de la participación en el juego en ambientes GBL.
Bodnar et al. (2016)	Revisión sistemática de la literatura.

Adams (1998) usó el software *SimCity2000* para enseñar conceptos sobre la geografía urbana. Con el propósito de mejorar el conocimiento geográfico y aumentar la capacidad crítica de los estudiantes, el software proporcionó a los estudiantes la comprensión de las condiciones reales de desarrollo de la ciudad y las consecuencias de la toma de decisiones. Según el autor, la semejanza del software con un juego motivó el aprendizaje de los alumnos. Matanza (2005) enfatizó la necesidad de integrar las teorías educativas con el diseño del juego para optimizar el compromiso estudiantil a través de juegos educativos. En su modelo, el autor demuestra la importancia del diseño para optimizar la experiencia del estudiante en el aprendizaje a través de juegos, así como para presentar a los jugadores metas y desafíos compatibles con sus niveles de habilidad. De acuerdo con de Freitas (2006), combinar juegos en plataformas con la educación, puede ser una manera inteligente de relacionar el aprendizaje con la diversión, y crear un ambiente auténtico que difiera del ambiente tradicional de enseñanza formal. Papastergiou (2009) observó diferencias entre el aprendizaje con y sin el uso de juegos. El autor realizó dos tipos de experimentos que tenían el mismo objetivo de aprendizaje y el mismo contenido, pero uno usó un juego y el otro, una plataforma en un sitio Web. Como resultado, se evidenció que los estudiantes del grupo que utilizaron el juego demostraron estar motivados, concentrados y motivados para mantener el número de vidas, las banderas

ganadoras y el aumento de sus puntajes. Los alumnos del otro grupo, que sólo usaban el sitio web, demostraron ser menos cuidadosos y menos comprometidos en responder a las preguntas. Huizenga (2009) alcanzó las mismas conclusiones en su estudio experimental que incluyó un juego en una plataforma digital de una ciudad, la frecuencia 1550, en la que los estudiantes pudieron adquirir conocimientos históricos sobre la *Ámsterdam medieval*. En comparación con los estudiantes que recibieron clases normales, la mayoría que utilizó el juego obtuvo puntuaciones más altas en el examen aplicado más tarde sobre el tema enseñado. Sin embargo, según el autor, no estaba claro cuáles elementos del juego contribuyeron para el aprendizaje. Además, Ke (2014) analizó la percepción en matemáticas antes y después de la práctica de un juego con niños de una escuela. El juego ayudó a los niños a entender las matemáticas en el día a día y destacó la importancia de explorar los procesos de diseño y recursos para entender lo que puede atraer a los estudiantes en el juego que contribuye al desarrollo del contenido (KE, 2014). Pons-Lelardeux et al. (2015) afirman que el uso de juegos en la enseñanza de la ingeniería mecánica puede ser beneficioso, porque en un momento en que los estudiantes pierden el enfoque muy rápidamente, prácticas innovadoras, como el uso de juegos, pueden ser satisfactorias para el aprendizaje en ciencia e ingeniería. El juego "*Farmtasia*" usado en Hong Kong em año 2015, permitió que profesores y alumnos jugaran de forma online con el

objetivo de aprender agricultura, abordar conocimientos sobre el medio ambiente, el gobierno, la economía, la tecnología, los sistemas de producción y los problemas ambientales en una asignatura de geografía. Además, el estudio permitió levantar las percepciones de los estudiantes sobre sus experiencias y conocimientos adquiridos a partir de un blog online en la plataforma del juego (Jong y Shang, 2015). Hamari et al. (2016) realizaron un estudio sobre el impacto del compromiso, el desafío del juego, la habilidad del juego y la inmersión en ambientes de GBL. Como resultado del estudio aplicado, se observó que la participación en el juego tiene un efecto positivo en el aprendizaje. El estudio de Bodnar et al. (2016), después de una revisión sistemática de la literatura, demostró que los juegos utilizados con los estudiantes de licenciatura en ingeniería mejoran el aprendizaje y las habilidades de los estudiantes en las aulas. En sus conclusiones, los autores fomentan estudios futuros sobre las percepciones de los estudiantes y enfatizan que el punto débil de los juegos aplicados a la enseñanza es la falta de conocimiento sobre el resultado de la aplicación, es decir, si el juego sirvió efectivamente para el aprendizaje y de qué manera.

La literatura confirma los efectos positivos de juegos en la educación y muchos profesores han estado desarrollando los juegos para enseñar sobre ciertos temas. Sin embargo, pocos estudios discuten cómo estos juegos ayudan en el aprendizaje y los aspectos que determinan la percepción de

calidad de los estudiantes (Qian y Clark, 2016).

Percepción de la calidad en los juegos educativos digitales

Debido a la dificultad de encontrar estudios sobre la calidad percibida en los juegos educativos digitales, específicamente, e incluso sobre juegos digitales en general, se buscó construir una base teórica para el modelo propuesto de otros estudios sobre calidad percibida. Por lo tanto, se presentan en esta sección estudios sobre la calidad percibida en servicios, sitios web, juegos en general y aprendizaje online.

Gran parte del fracaso de algunos juegos se debe al hecho de que hay poco conocimiento sobre la calidad percibida por el usuario (Shchiglik et al. 2016). La visión del usuario es esencial para el desarrollo de los juegos, con el objetivo de evaluar el atractivo de un juego (Gao, 2004). Los estudios enfatizan la calidad por la percepción del diseñador del juego, pero los usuarios y su percepción no deben ser ignorados (Aladwani y Palvia, 2002). La calidad percibida es determinante para la satisfacción del servicio (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1985).

Según Brady y Cronin (2001), el usuario forma su percepción de la calidad mediante la evaluación del desempeño en varias dimensiones, que se especifican en función de la naturaleza del producto o servicio. La percepción global de la calidad, en relación a la experiencia experimentada por el usuario con productos y servicios, sería una combinación de estas evaluaciones

individuales en cada dimensión. Así, varios estudios de la literatura se han enfocado en la proposición de modelos de evaluación de la calidad percibida, especialmente en el contexto de los servicios. Uno de los principales modelos de la literatura para medir la calidad percibida de los servicios es el SERVQUAL (Parasuraman, Zeithaml y Berry, 1988). La herramienta tiene cinco dimensiones: fiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía y aspectos tangibles. Además, Parasuraman, Zeithaml y Malhotra (2005) propusieron un modelo para medir la calidad en los servicios electrónicos, el E-S-QUAL, construido para medir la calidad de los sitios web en los que los clientes compraban en línea. La primera escala del modelo, para los clientes que utilizan habitualmente el sitio web, tiene 22 elementos con cuatro dimensiones: eficiencia, cumplimiento, disponibilidad del sistema y privacidad. La segunda escala, para los clientes que accedieron primero al sitio web, contiene 11 elementos agrupados en tres dimensiones: respuesta, compensación y contacto.

Liu y Arnett (2000), en un estudio sobre la calidad percibida en el sitio web y después de una revisión bibliográfica, verificaron que el éxito de un sitio web depende de cuatro factores principales: la calidad de la información y el servicio, la usabilidad del sistema, la apreciación del servicio y la calidad del diseño del sistema. Otro estudio sobre la calidad percibida en los sitios web reveló cuatro dimensiones de la calidad percibida en Internet: adecuación técnica, especificidad del contenido, calidad del

contenido y apariencia (Aladwani y Palvia, 2002). En el software de aprendizaje y aprendizaje en línea hay poco o casi ningún enfoque en la usabilidad del sistema y un mayor enfoque en los problemas de aprendizaje. Los autores enfatizan la importancia de la usabilidad del sistema para mejorar el aprendizaje. Martínez-Argüelles, Callejo y Farrero (2013) definen cuatro dimensiones para la percepción de la calidad de la educación en línea: docencia, facilitación o servicios administrativos, servicios de apoyo y la interfaz de usuario.

Fu, Su y Yu (2009) construyeron el Egameflow, una escala que evalúa la satisfacción desde la perspectiva de los estudiantes en los juegos de aprendizaje en línea. El modelo tiene ocho dimensiones: inmersión, interacción social, desafío, claridad de objetivos, retroalimentación, concentración, control y mejora del conocimiento. Savi, Wangenheim y Borgatto (2011), en su estudio sobre la calidad de los juegos en la enseñanza de la ingeniería de software, crearon un modelo, el Meega (modelo para la evaluación de juegos educativos), para evaluar la reacción del estudiante en relación a tres subcomponentes: motivación, experiencia y aprendizaje. Por otro lado, Shchiglik et al. (2016), en su estudio sobre la calidad percibida en los juegos móviles, abordaron cinco dimensiones de la calidad percibida en los juegos: facilidad de uso, calidad del contenido, capacidad de respuesta, experiencia de juego y atractivo estético.

A pesar de los diversos modelos encontrados, Petri y Wangenheim (2017) afirman que hay una escasez de rigor científico en los estudios en la literatura sobre la enseñanza con juegos. Según los autores, más del 81% de los métodos utilizados para la evaluación de los juegos educativos no utilizan un modelo definido, sólo estudios informales. Petri, Wangenheim y Borgatto (2017) proponen la creación de un modelo complementario al modelo Meega (Savi et al, 2011), el modelo Meega +. La propuesta evalúa el juego por la percepción de dos factores, la experiencia

del jugador y la percepción del aprendizaje. Estos dos factores abordan otras diez dimensiones: atención focalizada, diversión, desafío, interacción social, confianza, relevancia, satisfacción, usabilidad, aprendizaje a corto plazo y objetivos de aprendizaje.

En el cuadro 2 se presentan los principales modelos identificados en la literatura que sirvieron como base para la construcción del modelo de calidad percibida en los juegos educativos digitales en el presente estudio. Para cada dimensión se indica en número de atributos entre paréntesis.

Cuadro 2. Modelos de calidad percibida sobre juegos educativos digitales

Autor	Dimensiones de la calidad percibida	Contexto
Schiglik et al. (2016)	Facilidad de uso (5)	Juegos para móviles
	Calidad de contenido (3)	
	Capacidad de respuesta (5)	
	Experiencia de juego (8)	
	Atractivo estético (4)	
Martínez-Argüelles et al. (2013)	Docencia (10)	Enseñanza en línea
	Facilitadores o servicios administrativos (6)	
	Servicios de apoyo (4)	
	Interfaz de usuario (4)	
Savi et al. (2011)	Motivación (4)	Enseñanza de ingeniería de software
	Experiencia de juego (5)	
	Aprendizaje (5)	
Fu et al. (2009)	Concentración (8)	Juegos de aprendizaje en línea
	Claridad de objetivos (5)	
	Feedback (6)	
	Challenge (10)	
	Autonomía (9)	
	Inmersión (7)	
	Interacción social (6)	
Mejora del conocimiento (5)		
Petri et al. (2017)	Atención focalizada (3)	Juegos educativos en cursos de informática de educación superior
	Diversión (2)	
	Challenge (3)	
	Interacción social (3)	
	Trust (2)	
	Relevancia (4)	
	Satisfacción (4)	
	Usabilidad (4 subdimensiones y 9 ítems)	
	Aprendizaje a corto plazo (2)	
Objetivos de aprendizaje (3)		

METODOLOGÍA

Para lograr los objetivos de este estudio los procedimientos metodológicos se

estructuraron en cuatro etapas. La Figura 1 muestra los pasos del método de trabajo.

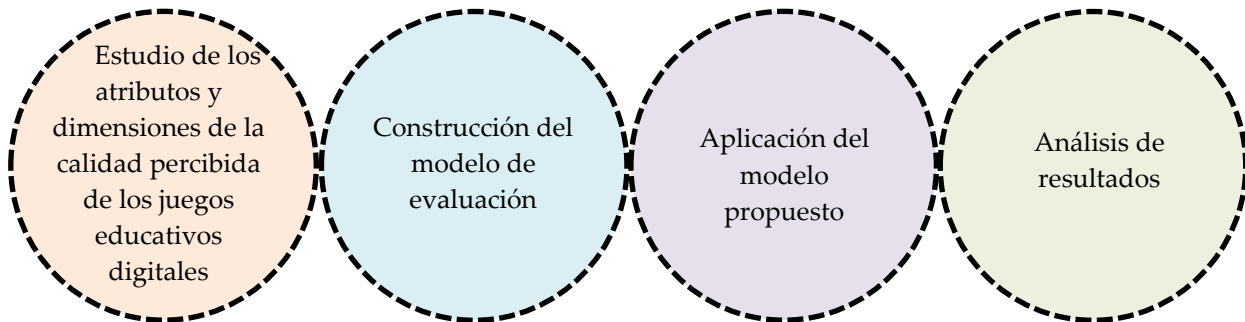


Figura 1. Etapas del método de trabajo

Estudio de los atributos y dimensiones de la calidad percibida de los juegos educativos digitales

Para examinar los principales atributos y dimensiones de la calidad percibida, en primer lugar, se identificaron modelos de evaluación de la percepción de la calidad, atributos y dimensiones en el contexto de los juegos educativos digitales a partir de una revisión de literatura que ocurrió entre octubre y noviembre del año de 2017. Para ello, se realizó una búsqueda en bases de datos de publicaciones internacionales como *Science Direct* y *Google Scholar*, utilizando como criterios palabras clave que contenían los siguientes términos: calidad percibida (*perceived quality*), calidad percibida en juegos (*perceived quality in games*), juegos educativos (*educational games*), aprendiendo a través de juegos (*game-based learning*), aprendiendo a través del aprendizaje digital basado en juegos (*digital game-based learning*), juego serio (*serious game*) y juegos en ingeniería (*games at engineering*). En la búsqueda

fueron priorizados artículos en inglés de periódicos y revistas internacionales o eventos científicos de mayor relevancia para el tema de estudio y actualizados.

En un segundo momento, se realizaron entrevistas, tomando como base las siguientes preguntas:

1. *¿En qué disciplinas se aplican los juegos digitales?*
2. *Explique un poco sobre el tipo de juego que usted aplica. ¿Cuál es el tema, cómo funciona, cuáles son los objetivos principales y qué reglas? ¿es el juego individual o en equipos? ¿Es una competencia? ¿Cuánto dura el juego?*
3. *¿Le parece importante aplicar estos juegos en el aula?*
4. *¿Qué cree que le gusta más a los estudiantes en estos juegos?*
5. *¿Qué opina usted de un modelo para evaluar la percepción de la calidad de estos juegos desde el punto de vista del estudiante?*
6. *¿Qué atributos y dimensiones considera más importantes evaluar? como facilidad de uso, calidad de contenido, experiencia de juego, estética, enseñanza, aprendizaje, interfaz de usuario,*

motivación, concentración, claridad de objetivos, desafío, autonomía, interacción social. ¿Otros?

7. *¿Cómo evalúa usted que el juego ha alcanzado metas educativas?*

8. *¿Cree que el juego está relacionado con la realidad?*

Estas entrevistas fueron realizadas a cuatro profesores, dos de una Universidad Federal brasileña, uno de una Universidad Americana y otro de una Universidad Argentina, que participaban de proyectos de desarrollo de juego educativos para la enseñanza de ingeniería industrial en sus universidades. A través de las entrevistas, se verificó qué atributos y dimensiones se consideraban más importantes para la percepción de la calidad en los juegos educativos digitales.

Construcción del modelo de evaluación

Los atributos de la calidad percibida se organizaron en una lista, para identificar similitudes y eliminar redundancias. Después de evaluar con especialistas, estos atributos se agruparon en dimensiones, basándose en los modelos de la literatura, originando el modelo propuesto.

El modelo generado para evaluar la percepción de la calidad de los estudiantes en relación a los juegos educativos digitales fue aplicado a través de un cuestionario cuantitativo, para facilitar la recopilación y análisis de los resultados (Kotler & Keller, 2015). Se usó una escala Likert de 7 puntos, siendo 1 (totalmente en desacuerdo) y 7 (totalmente de acuerdo).

En el cuestionario se les pide a los encuestados que evalúen la percepción de calidad de los atributos y dimensiones propuestos (Cuadro 3), utilizando la escala

de 7 puntos, y la última pregunta solicitada, ordenando las dimensiones en orden de importancia. Además, en el cuestionario creado, se evaluó el género, la edad y el semestre del estudiante para la construcción del perfil de los encuestados.

Aplicación del modelo propuesto

Antes de la aplicación del modelo se realizó una validación con un experto, profesor universitario de ingeniería y desarrollador de juegos educativos. Después de pequeños ajustes de las preguntas, sugeridos en la fase de validación, se realizó una aplicación piloto. El cuestionario fue aplicado a los estudiantes del curso de pregrado en ingeniería industrial de una Universidad Federal brasileña, que jugó dos juegos digitales desarrollados para dos disciplinas del curso. Se evaluaron dos juegos, debido a la limitación del número de alumnos en las clases y a la limitación de tiempo en la obtención de una cantidad suficiente de respuestas para verificar la fiabilidad del modelo propuesto.

Para el presente trabajo, se denominan a los dos juegos como juego 1 y juego 2. Éstos fueron elegidos por haber sido construidos por el mismo desarrollador y presentar características de diseño similares. El juego 1, se aplica en una disciplina del séptimo semestre del curso, simula la gestión de un hotel, donde los estudiantes deben aplicar sus conocimientos aprendidos en el aula sobre gestión de operaciones en servicios desempeñando el papel de un gerente de Hotel.

Cuadro 3. *cuestiones de evaluación de los atributos del modelo aplicado*

Atributo	Pregunta
1. Relevancia del contenido	El contenido del juego era relevante para mi aprendizaje
2. Aumento del conocimiento	El juego contribuyó al aumento en mi conocimiento de conceptos
3. Generación de perspectivas	Yo tenía ideas sobre el contenido de la disciplina durante el juego
4. Interdisciplinarietàad	El juego relata el contenido de varias disciplinas
5. Representación práctica de la teoría	El juego fue capaz de representar el contenido de la clase de una manera práctica
6. Simulación de la situación real	El juego fue capaz de simular un contexto real
7. Desarrollo de competencias	El juego me permitió desarrollar las habilidades de un ingeniero
8. Realización de análisis	Necesitaba llevar a cabo mi propio análisis para tomar mis decisiones
9. Definición de estrategias	Necesitaba definir estrategias durante el juego
10. Visualización del impacto de las decisiones	Fui capaz de visualizar el impacto de mis decisiones en el juego
11. Desarrollo del liderazgo	El juego permitió desarrollar liderazgos dentro del equipo
12. Nivel de cooperación	El nivel de cooperación entre los miembros del equipo era apropiado
13. Nivel de competencia	El nivel de competencia entre los equipos fue adecuado
14. Nivel de desafío	La propuesta del juego fue desafiante
15. Nivel de captación de atención	El juego atrajo mi atención
16. Nivel de concentración	Logré mantenerme enfocado durante el juego
17. Nivel de incentivo	El juego me animó a tratar de aprender más sobre el contenido cubierto
18. Nivel de diversión	Me divertí jugando al juego
19. Nivel de confianza	Me sentí confiado en las decisiones tomadas en el juego
20. Recibimiento de retroalimentación	Recibí comentarios sobre el progreso de mi equipo durante el juego
21. Claridad de las instrucciones	Las instrucciones del juego fueron adecuadas para entender el funcionamiento del juego
22. Tiempo de juego	El tiempo de juego era adecuado
23. Atractivo de la plataforma	El diseño de la plataforma de juego fue atractivo
24. Nivel de intuición de diseño	El diseño de la plataforma era intuitivo
25. Usabilidad de la plataforma	El juego fue fácil de entender usando
26. Funcionamiento de la plataforma	La plataforma funcionó bien durante todo el juego

El juego 2, usado en una disciplina del primer semestre del curso, simula un ambiente de una fábrica de zumo de fruta, en la que los estudiantes también asumen el papel de propietario y gerente de la empresa. El cuestionario se aplicó en el primer semestre de 2018, poco después de la aplicación de los juegos en las asignaturas.

Análisis de resultados

El software de IBM SPSS Statistics v. 22 se usó para el análisis de datos. Se realizaron los siguientes análisis: i) análisis del coeficiente alfa de Cronbach para verificar la fiabilidad del modelo y su consistencia interna. El coeficiente α de Cronbach, propuesto por Lee J. Cronbach en 1951, puede variar entre 0 y 1 y cuanto más cerca de 1, mayor es la correlación entre los atributos dentro de un mismo grupo. Un instrumento se considera confiable cuando

el coeficiente está entre 0,7 y 0,9. Debajo de 0,7, significa que no hay correlación adecuada entre los atributos y si el coeficiente es mayor que 0,9, puede los atributos pueden estar midiendo las mismas características; II) identificación de los atributos con mayor y menor percepción de calidad, mediante el análisis de cuartiles, para identificar los atributos que deben recibir mayor atención de los docentes e identificación de dimensiones con mayor y menor importancia. Se usó la medida de posición del cuartil para identificar cuatro categorías prioritarias: prioridad crítica, prioridad alta, prioridad moderada y baja prioridad (Larson y Faber, 2010); III) análisis multivariante de la varianza (MANOVA) (Rencher, 2003), para evaluar la influencia del género y el grupo de edad de los encuestados, sobre las percepciones de la calidad de los atributos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelo propuesto

A partir de la revisión de la literatura, entrevistas y discusiones con expertos, fue posible identificar los aspectos relevantes de un juego para la enseñanza. A partir de ellos se ha creado una lista de atributos y dimensiones validadas por un profesional del área de desarrollo de juegos. El modelo de evaluación de la calidad percibida de los estudiantes propuesto para juegos educativos digitales, presenta 26 atributos, agrupados en cuatro dimensiones: La dimensión aprendizaje tiene siete atributos; actitudes, seis atributos; motivación, siete

atributos y elementos de soporte, seis atributos. La Figura 2 presenta la estructura del modelo denominado EG4QUAL, que hace referencia a la siguiente leyenda: EG - se refiere a "educational games" (juegos educativos); 4 - representa las cuatro dimensiones del modelo y también la expresión "for"; QUAL - se refiere a "quality" (calidad).

En el Cuadro 4 se especifican los atributos de cada dimensión. En esta estructura, se priorizó la evaluación del aprendizaje y las competencias que se desean desarrollar en un alumno, pero sin dejar de evaluar los elementos de apoyo al juego.

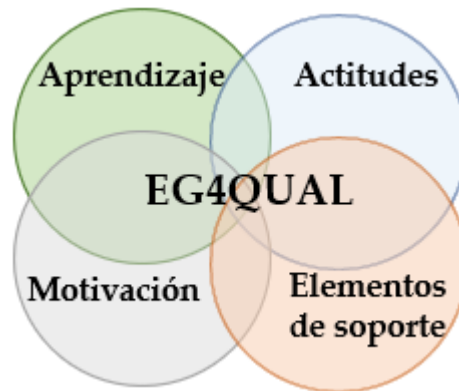


Figura 2. Dimensiones del modelo EG4QUAL propuesto

Cuadro 4. Dimensiones y atributos del modelo propuesto

Dimensión	Atributo	Autores
Aprendizaje	1. Relevancia del contenido	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
	2. Aumento del conocimiento	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
	3. Generación de perspectivas	Propuesto por expertos
	4. Interdisciplinariedad	Propuesto por expertos
	5. Representación práctica de la teoría	Petri et al. (2017).
	6. Simulación de la situación real	Propuesto por expertos
	7. Desarrollo de competencias	Propuesto por expertos
Actitudes	8. Realización de análisis	Petri et al. (2017).
	9. Definición de estrategias	Fu et al. (2009).
	10. Visualización de impacto de decisiones	Propuesto por expertos
	11. Desarrollo del liderazgo	Propuesto por expertos
	12. Nivel de cooperación	Petri et al. (2017); Fu et al. (2009).
	13. Nivel de competencia	Petri et al. (2017); Fu et al. (2009).
Motivación	14. Nivel de desafío	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
	15. Nivel de captación de atención	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
	16. Nivel de concentración	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
	17. Nivel de incentivo	Fu et al. (2009).
	18. Nivel de diversión	Petri et al. (2017); Savi et al. (2011).
	19. Nivel de confianza	Petri et al. (2017); Savi et al. (2011); Fu et al. (2009).
Elementos de soporte	20. Retroalimentación	Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013); Fu et al. (2009).
	21. Claridad de las instrucciones	Martínez-Argüellez et al. (2013).
	22. Tiempo de juego	Schiglik et al. (2016).
	23. Atractivo de la plataforma	Schiglik et al. (2016).
	24. Nivel de intuición de diseño	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013).
	25. Usabilidad de la plataforma	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013).
	26. Funcionamiento de la plataforma	Petri et al. (2017); Schiglik et al. (2016); Martínez-Argüellez et al. (2013).

Muchos de los modelos encontrados en la literatura no evalúan las características de aprendizaje, centrándose en la evaluación de las características del juego. Los modelos comprensivos presentan preguntas informales con falta de rigor científico (Mayer et al., 2014; Bodnar et al., 2016; Petri y Wangenheim, 2017). El modelo propuesto trata de una manera equilibrada el aprendizaje y de las características del juego. Los atributos encontrados en la bibliografía se adaptaron al contexto estudiado. El EG4QUAL puede ser utilizado para evaluar juegos educativos digitales que propongan el aprendizaje de ciertos contenidos, la simulación de una

situación real, la formación de equipos, la competitividad entre los equipos, y el análisis de estrategias para tomar decisiones.

Resultados de la aplicación del modelo – prueba piloto

Fueron obtenidas 113 respuestas, de las cuales 60% sobre el juego 1 y 40%, sobre el juego 2. La Tabla 1, la Tabla 2 y la Tabla 3 muestran el perfil de los encuestados en relación al sexo, el grupo de edad y el semestre.

El alfa de Cronbach fue analizado para verificar la fiabilidad del modelo y su consistencia interna.

Tabla 1. Respondientes por sexo

Sexo	
Femenino	51,33%
Masculino	48,67%

Tabla 2. Respondientes por grupo de edad

Grupo de edad	
Hasta 17 años	7,08%
De 18 a 21 años	36,28%
De 22 a 25 años	51,33%
De 26 a 29 años	3,54%
Más de 30 años	1,77%

Tabla 3. Respondientes por semestre

Semestre	
1°	23,89%
2°	0%
3°	0,88%
4°	0%
5°	0,90%
6°	26,55%
7°	26,55%
8°	4,42%

En la tabla 4 se muestra la estadística de fiabilidad de cada dimensión del modelo propuesto. Los valores de coeficiente alfa de Cronbach tienen valores entre 0,7 y 0,9

demonstrando que existe una correlación entre los atributos dentro de sus dimensiones, lo que pone en evidencia la fiabilidad del modelo.

Tabla 4. Alfa de Cronbach de las dimensiones

Dimensión	Número de atributos	Alfa de Cronbach
Aprendizaje	7	0,853
Actitudes	6	0,792
Motivación	7	0,858
Elementos de soporte	6	0,787

La Figura 3 muestra los valores medios de las respuestas sobre la percepción de la identificación de los atributos de menor desempeño conforme los estudiantes para levantar potenciales mejoras en los juegos. El análisis se realizó calculando los cuartiles.

La tabla 5 presenta la media general de la calidad percibida de los juegos (5,88), que es un promedio considerado adecuado, ya que la escala es de 1 a 7, y la desviación estándar 0,41, lo que demuestra que la dispersión de las respuestas es alrededor de la media. Además, la tabla 6 muestra la importancia media dada a cada dimensión por los encuestados, con una escala de 1 a 4. La dimensión más importante es el aprendizaje, luego las actitudes, la motivación y los elementos de apoyo.

El cuarto cuartil presenta los atributos de baja prioridad, con medias de percepción de calidad superior o igual a 6,19, es decir, los atributos que los estudiantes consideran ser de mayor calidad en los juegos en estudio. Los dos atributos que presentaron el promedio más alto, el Nivel de diversión

calidad de los atributos en los juegos en estudio. De esta manera fue posible (6,58) y el Nivel de captura de atención (6,58), pertenecen a la dimensión de motivación, en consonancia con lo que se afirma en la literatura, los juegos pueden hacer que los estudiantes se diviertan y se vuelvan más motivados y enfocados (Prensky, 2001; Matanza, 2005; De Freitas, 2006; Papastergiou, 2009; Huizenga, 2009; Bodnar et al., 2016; Hamari et al., 2016). A continuación, se encuentran los atributos Definición de estrategias (6,50) y Realización de análisis (6,45) que son de la dimensión Actitudes y constituyen objetivos de los juegos evaluados, ya que los juegos buscan estimular estas preguntas. Aún en el mismo cuartil, están los atributos Nivel de desafío y Nivel de concentración, de la dimensión de Motivación, y el atributo Visualización del impacto de las decisiones de la dimensión Actitudes. Por lo tanto, el cuarto cuartil presenta atributos de las dimensiones con importancia mediana.



Figura 3. Media de percepción de calidad de los atributos en orden decreciente

Tabla 5. Cuartiles para la media de calidad percibida

Estadística	Percepción de calidad
Media	5,88
Desviación estándar	0,41
Mínimo	5,23
Máximo	6,58
Quartiles 75%	6,19
50%	5,81
25%	5,48

Tabla 6. *Importancia de las dimensiones*

Dimensión	Media de importancia
Aprendizaje	3,27
Actitudes	2,76
Motivación	2,65
Elementos de Soporte	1,57

Por otro lado, en el primer cuartil se encuentran los atributos de prioridad crítica, con las peores valoraciones de calidad. El atributo Nivel de incentivo (5,23), que evalúa si el juego alienta a los estudiantes a aprender más sobre el contenido cubierto, presenta el valor más bajo. A pesar de ser el peor atributo evaluado, pertenece a una dimensión de importancia moderada. Otros atributos con menor calidad percibida y alta importancia son Interdisciplinaridad (5.41), Desarrollo de habilidades (5.42) y Generación de perspectivas (5.46) de la dimensión Aprendizaje. En el tercer y segundo cuartil, se encuentran atributos menos críticos, con calidad percibida media entre 5.53 y 6.18 y prioridad moderada a alta.

Finalmente, para verificar la influencia del género y el grupo de edad de los encuestados sobre la percepción de la calidad de los 26 atributos, se realizó un análisis de varianza multivariante (MANOVA). La prueba de F fue realizada

considerando un FTAB = 3,68, en un intervalo de significación de 0,05 y fue considerado:

$H_0(1)$ – no hay diferencias significativas entre las medias observadas de los diferentes géneros.

$H_0(2)$ – no hay diferencias significativas entre las respuestas medias de los diferentes encuestados del grupo de edad.

Los resultados de la Tabla 7 muestran que los atributos Nivel de cooperación, Nivel de competencia, Diversión, Claridad de instrucciones, intuición y Usabilidad rechazan H_0 , pues existen diferencias significativas en las medias observadas de los encuestados femeninos y masculinos. Los resultados de la Tabla 8 muestran que sólo los atributos Simulación de situación real, Diversión, Confianza y Atractivo de la plataforma, rechazan H_0 , mostrando diferencias significativas en las medias entre los grupos de edad.

Tabla 7. MANOVA – Influencia del género

Atributo	gl = 4 ; Ftab = 3,680				
	Tipo III Suma de los Cuadrados	Cuadrado Médio	F	Sig.	H ₀
1. Relevancia del contenido	17,038	4,260	2,932	0,024	Acepta
2. Aumento del conocimiento	14,179	3,545	2,726	0,033	Acepta
3. Generación de perspectivas	15,714	3,929	2,445	0,051	Acepta
4. Interdisciplinarietàad	11,332	2,833	1,533	0,198	Acepta
5. Representación práctica de la teoría	9,525	2,381	1,891	0,118	Acepta
6. Simulación de la situación real	14,774	3,694	2,784	0,030	Acepta
7. Desarrollo de competencias	13,615	3,404	2,070	0,090	Acepta
8. Realización de análisis	5,495	1,374	1,651	0,167	Acepta
9. Definición de estrategias	6,164	1,541	2,811	0,029	Acepta
10. Visualización del impacto de las decisiones	10,386	2,596	2,640	0,038	Acepta
11. Desarrollo del liderazgo	19,299	4,825	2,757	0,032	Acepta
12. Nivel de cooperación	21,735	5,434	5,053	0,001	Rechaza
13. Nivel de competencia	22,989	5,747	6,249	0,000	Rechaza
14. Nivel de desafío	15,590	3,898	3,363	0,012	Acepta
15. Nivel de captación de atención	0,749	0,187	0,273	0,895	Acepta
16. Nivel de concentración	3,022	0,755	0,575	0,681	Acepta
17. Nivel de incentivo	10,235	2,559	1,186	0,321	Acepta
18. Nivel de diversión	12,167	3,042	6,794	0,000	Rechaza
19. Nivel de confianza	8,869	2,217	1,406	0,237	Acepta
20. Retroalimentación	27,519	6,880	3,516	0,010	Acepta
21. Claridad de las instrucciones	24,985	6,246	4,735	0,002	Rechaza
22. Tiempo de juego	1,114	0,279	0,184	0,946	Acepta
23. Atractivo de la plataforma	19,244	4,811	2,616	0,039	Acepta
24. Nivel de intuición de diseño	25,543	6,386	4,287	0,003	Rechaza
25. Usabilidad de la plataforma	36,607	9,152	6,240	0,000	Rechaza
26. Funcionamiento de la plataforma	3,187	0,797	0,511	0,728	Acepta

Tabla 8. MANOVA – Influencia de la edad de los encuestados

Atributo	Tipo III Suma de los Cuadrados	Cuadrado Médio	F	Sig.	H ₀
1. Relevancia del contenido	3,445	3,445	2,372	0,127	Acepta
2. Aumento del conocimiento	1,238	1,238	0,952	0,331	Acepta
3. Generación de perspectivas	0,316	0,316	0,197	0,658	Acepta
4. Interdisciplinarietàad	0,135	0,135	0,073	0,787	Acepta
5. Representación práctica de la teoría	2,978	2,978	2,365	0,127	Acepta
6. Simulación de la situación real	13,774	13,774	10,382	0,002	Rechaza
7. Desarrollo de competencias	5,631	5,631	3,425	0,067	Acepta
8. Realización de análisis	0,097	0,097	0,117	0,733	Acepta
9. Definición de estrategias	0,040	0,040	0,072	0,789	Acepta
10. Visualización del impacto de las decisiones	0,106	0,106	0,108	0,743	Acepta
11. Desarrollo del liderazgo	0,169	0,169	0,097	0,757	Acepta
12. Nivel de cooperación	2,749	2,749	2,557	0,113	Acepta
13. Nivel de competencia	2,846	2,846	3,095	0,082	Acepta
14. Nivel de desafío	3,866	3,866	3,335	0,071	Acepta
15. Nivel de captación de atención	0,125	0,125	0,182	0,670	Acepta
16. Nivel de concentración	0,019	0,019	0,014	0,905	Acepta
17. Nivel de incentivo	2,270	2,270	1,052	0,307	Acepta
18. Nivel de diversión	3,144	3,144	7,023	0,009	Rechaza
19. Nivel de confianza	13,598	13,598	8,620	0,004	Rechaza
20. Recibimiento de retroalimentación	7,111	7,111	3,635	0,059	Acepta
21. Claridad de las instrucciones	0,116	0,116	0,088	0,768	Acepta
22. Tiempo de juego	0,001	0,001	0,001	0,977	Acepta
23. Atractivo de la plataforma	7,498	7,498	4,077	0,046	Rechaza
24. Nivel de intuición de diseño	4,296	4,296	2,884	0,092	Acepta
25. Usabilidad de la plataforma	0,033	0,033	0,022	0,882	Acepta
26. Funcionamiento de la plataforma	0,038	0,038	0,025	0,876	Acepta

CONSIDERACIONES FINALES

El uso de juegos para el aprendizaje es relevante y viene creciendo su interés en la educación superior. Sin embargo, la evaluación de la eficacia de estos juegos es, en la mayoría de los casos, subjetiva y no permite visualizar la percepción del alumno, ni la utilidad de los resultados de la evaluación para futuras mejoras. El estudio tuvo como objetivo presentar una contribución teórica a la literatura, a partir de la creación de un modelo de evaluación de la percepción de la calidad en los juegos educativos digitales, el EG4QUAL, estructurado en cuatro dimensiones: aprendizaje, actitudes, elementos de motivación y apoyo, y 26 atributos. El modelo propuesto llena brechas teóricas presentando dimensiones que abordan aspectos académicos del juego, motivacionales, de comportamiento y de la plataforma del juego y pueden ser utilizados para evaluar los tipos de juegos educativos digitales que proponen: el aprendizaje de ciertos contenidos, la simulación de una situación real, la formación de equipos, la competitividad

entre equipos y el análisis de estrategias

para la toma de decisiones. El modelo puede aplicarse en diversas disciplinas de cursos de educación superior en ingeniería que presentan estas características.

La aplicación del modelo en un estudio piloto, permitió inicialmente verificar la fiabilidad del instrumento utilizado para probar el modelo. Además, el modelo propuesto permitió identificar los atributos de los juegos evaluados que necesitan mejora. El modelo de evaluación propuesto asiste al desarrollo de juegos educativos mediante la identificación atributos y dimensiones críticas y prioritarias para la calidad percibida de los usuarios del juego. De esta manera, es posible mejorar el juego para lograr los objetivos pretendidos por los docentes en sus disciplinas.

Estudios futuros podrían evaluar juegos aplicados en otros cursos de ingeniería de forma a validar el modelo propuesto. Además, otros análisis pueden ser realizados para confirmar las diferencias significativas encontradas en los resultados con relación a las características de edad y género de los estudiantes.

REFERENCIAS

Adams, P. C. (1998). Teaching and Learning with SimCity 2000. *Journal of Geography*, 97(2), 47-55.

<http://dx.doi.org/10.1080/00221349808978827>

Aladwani, A. M., & Palvia, P. C. (2002). Developing and validating an instrument for measuring user-perceived web quality. *Information & Management*, 39(6), 467-476.

[http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(01\)00113-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(01)00113-6)

Bodnar, C. A., Anastasio, D., Enszer, J. A., & Burkey, D. D. (2016). Engineers at Play: Games as Teaching Tools for Undergraduate Engineering Students. *Journal of Engineering Education*, 105(1), 147-200.

<http://dx.doi.org/10.1002/jee.20106>

- Brady, M. K., & J. Joseph Cronin, J. (2001). Some new thoughts on conceptualizing perceived service quality: a hierarchical approach. *Journal of Marketing*, 65(3), 34-49. <http://dx.doi.org/10.1509/jmkg.65.3.34.18334>
- Chang, C.-C., Liang, C., Chou, P.-N., & Lin, G.-Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.031>
- Crawford, C. (1984). *The art of computer game design*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and Machines: The Classroom of Technology Since 1920*. New York, USA: Teachers College Press.
- Cysneiros, P. (1999). Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora. *Informática Educativa*, 12(1), 11-24. https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/2475/82/mod_resource/content/0/34-melhoria_do_ensino_ou_inovacao_conservadora_CYSNEIROS.pdf
- De Freitas, S. (2006). *Learning in immersive worlds: A review of game-based learning*. London, UK.
- Dempsey, J. V., Haynes, L. L., Lucassen, B. A., & Casey, M. S. (2002). Forty Simple Computer Games and What They Could Mean to Educators. *Simulation & Gaming*, 33(2), 157-168. <http://dx.doi.org/10.1177/1046878102332003>
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: defining "gamification". *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, (9-15). Tampere. <http://dx.doi.org/10.1145/2181037.2181040>
- Freeman, A., Becker, S., & Hall, C. (2015). *NMC Technology Outlook for Brazilian Universities: A Horizon Project Regional Report*. Austin: ACM.
- Fu, F.-L., Su, R.-C., & Yu, S.-C. (2009). EGameFlow: A scale to measure learners' enjoyment of e-learning games. *Computers & Education*, 52(1), 101-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.07.004>
- Gao, Y. (2004). Appeal of online computer games: a user perspective. *The Electronic Library*, 22(1), 74-78. <http://dx.doi.org/10.1108/02640470410520131>
- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE) - Theoretical and Practical Computer Applications in Entertainment*, 1(1), 1-4. <http://dx.doi.org/10.1145/950566.950595>
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & Dam, G. t. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 332-344. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2729.2009.00316.x>
- Johnson, L., S.A, B., Estrada, V., & Freeman, A. (2014). *NMC Horizon Report: 2014 Library Edition*. Austin: NMC.
- Jong, M. S.-y., & Shang, J. (2015). Impeding Phenomena Emerging from Students' Constructivist Online Game-Based Learning Process: Implications for the Importance of Teacher Facilitation. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 262-283.

- <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.18.2.262>
- Ke, F. (2014). An implementation of design-based learning through creating educational computer games: A case study on mathematics learning during design and computing. *Computers & Education*, 73, 26-39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.12.010>
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and Higher Education*, 8(1), 13-24. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iheduc.2004.12.001>
- Kotler, P., & Keller, K. (2015). *Marketing Management (15^a ed.)*. Harlow, UK: Pearson.
- Larson, R., & Farber, B. (2018). *Elementary Statistics: Picturing the World (7^a ed.)*. UK: Pearson.
- Liu, C., & Arnett, K. P. (2000). Exploring the factors associated with Web site success in the context of electronic commerce. *Information & Management*, 38(1), 23-33. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206\(00\)00049-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-7206(00)00049-5)
- Martínez-Argüelles, M. J., Callejo, M. B., & Farrero, J. M. (2013). Dimensions of Perceived Service Quality in Higher Education Virtual Learning Environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 10(1), 268-285. <http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v10i1.1411>
- Mayer, I., Bekebrede, G., Hartevelde, C., Warmelink, H., Zhou, Q., Ruijven, T. v., . . . Wenzler, I. (2014). The research and evaluation of serious games: Toward a comprehensive methodology. *British Journal of Educational Technology*, 45(3), 502-527. <http://dx.doi.org/10.1111/bjet.12067>
- Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding Instructional Features That Promote Learning in a Game-Like Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 42(3), 241-265. <http://dx.doi.org/10.2190/EC.42.3.a>
- Michael, D., & Chen, S. (2005). *Serious games: Games that educate, train, and inform*. Mason, Ohio, USA: Cengage Learning.
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, 49(4), 41-50. <http://dx.doi.org/10.1177/002224298504900403>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Malhotra, A. (2005). E-S-QUAL: A Multiple-Item Scale for Assessing Electronic Service Quality. *Journal of Service Research*, 7(3), 213-233. <http://dx.doi.org/10.1177/1094670504271156>
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., & Berry, L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *Journal of Retailing*, 64, 12-40.
- Petri, G., & Wangenheim, C. G. (2017). How games for computing education are evaluated? A systematic literature review. *Computers & Education*, 107, 68-90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2017.01.004>
- Petri, G., Wangenheim, C. G., & Borgatto, A. F. (2017). Evolução de um Modelo de Avaliação de Jogos para o Ensino de Computação. *Anais do XXV Workshop sobre Educação em Computação*, (2327-2336). Porto Alegre. <https://doi.org/10.5753/wei.2017.3549>
- Pons-Lelardeux, C., Galaup, M., Segonds, F., & Lagarrigue, P. (2015). Didactic Study of a Learning Game to Teach Mechanical

- Engineering. *Procedia Engineering*, 132, 242-250. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.476>
- Prensky, M. (2007). *Digital Game-Based Learning*. St Paul, Minnesota, USA: Paragon House.
- Qian, M., & Clark, K. R. (2016). Game-based Learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 63, 50-58. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Rencher, A. C., & Christensen, W. F. (2012). *Methods of Multivariate Analysis* (3^a ed.). Hoboken, New Jersey, USA: John Wiley & Sons.
- Savi, R., Wangenheim, C. G., & Borgatto, A. F. (2011). A Model for the Evaluation of Educational Games for Teaching Software Engineering. *5th Brazilian Symposium on Software Engineering*, (194-203). Sao Paulo. <http://dx.doi.org/10.1109/SBES.2011.27>
- Shchigliuk, C., Barnes, S. J., & Scornavacca, E. (2016). The Development of an Instrument to Measure Mobile Game Quality. *Journal of Computer Information Systems*, 56(2), 97-105. <http://dx.doi.org/10.1080/08874417.2016.1117368>
- Zyda, M. (2005). From visual simulation to virtual reality to games. *Computer*, 38(9), 25-32. <http://dx.doi.org/10.1109/MC.2005.297>

Autores

Alexsandra Schmidt. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8546-9013>

Email: alexandra.prod@gmail.com

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/xxx>

E-mail: maria@producao.ufrgs.br

Jonatas Ost Scherer. Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8745-7104>

E-mail: jonatas.scherer@ufrgs.br

Recibido: 11-01-2020

Aceptado: 27-07-2020

Artículos de Divulgación

**TEMAS DE
INTERÉS GENERAL**

La era digital, Ingeniería Industrial y la pandemia por Covid-19

The digital age, Industrial Engineering and the Covid-19 pandemic

Humberto Gutiérrez Pulido

Palabras clave: industria 4.0, calidad 4.0, Jabil, tendencias en manufactura

Key words: industry 4.0, quality 4.0, Jabil, trends in manufacturing

RESUMEN

Ante la llegada de la tercera década del siglo XXI, la mayoría de las actividades humanas han sido impactadas por la actual era digital, conocida también como la cuarta revolución de la información y el conocimiento. Uno de los campos donde más se refleja este impacto es en las empresas manufactureras, donde los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica les induce a mejorar sus resultados y su competitividad; por el contraste, en las universidades, donde se forman los profesionales que deben afrontar los desafíos de esta era digital, los cambios han sido más lentos y presentan una serie de desafíos que es necesario atender. En este artículo se plantean algunos retos para la educación superior, así como una experiencia en una empresa pionera en las tendencias de manufactura, Jabil. En este contexto, se plantea el impacto en la ingeniería industrial, y el evidente reto ante la pandemia del Covid-19.

ABSTRACT

With the arrival of the third decade of the 21st century, most human activities have been impacted by the current digital age, also known as the fourth information and knowledge revolution. One of the fields where this impact is most reflected is in manufacturing companies, where technological advances, the opening of markets and economic globalization induce them to improve their results and competitiveness; By contrast, in universities, where professionals who must face the challenges of this digital age are trained, changes have been slower and present a series of challenges that must be addressed. This article presents some challenges for higher education, as well as an experience in a pioneering company in manufacturing trends, Jabil. In this context, the impact on industrial engineering is considered, and the obvious challenge in the face of the Covid-19 pandemic.

INTRODUCCIÓN

Terminando la segunda década del siglo XXI, prácticamente todas las actividades humanas han sido impactadas por la actual era digital, también identificada como la

cuarta revolución de la información y el conocimiento, que ha sido resultado de los avances en las tecnologías de la información y la comunicación de las

últimas décadas, y que se ha acelerado con el uso y aplicación de la internet y equipos digitales de todo tipo. Las tecnologías digitales son cada vez más sofisticadas e integradas, y como resultado, están transformando la sociedad y la economía mundial (Schwab, 2017). Las innovaciones digitales, los dominios económicos, sociales, políticos y sociales están siendo remodelados por las tecnologías conectivas digitales en una escala sin precedentes, tal que indica que se ha alcanzado una nueva era: la era digital (Saykili, 2019).

Esta Era Digital, en la cual estamos sumergidos, representa una sociedad tecnologizada, donde los hábitos y estilos de vida se han visto transformados por el desarrollo constante e imparable de las tecnologías digitales e Internet (Viñals y Cuenca, 2016); las cuales han supuesto que las sociedades deseen cada vez más una formación que conlleve a estar preparados para el mundo laboral y el tipo de relaciones que se establecen hoy en día (Rodríguez, Fernández y Berral, 2019). Pero, como lo plantea Sevilla (2017), se vive la era digital, no porque los avances de la tecnología hayan llegado a su punto culminante, sino porque la tendencia sugiere que se mantendrá vigente y con intensidad en los próximos años.

Uno de los campos donde más se refleja esta influencia de la era digital es en las empresas líderes a nivel global en el campo de la manufactura, donde los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica les presiona e incentiva a mejorar sus resultados y su

competitividad. El desarrollo tecnológico ha tenido un impacto importante en los sistemas de manufactura debido a su potencial y beneficios relacionados con la integración, innovación y autonomía de los procesos (Ynzunza et al., 2017). Este impulso de las empresas manufactureras hacia la cuarta revolución industrial, conocida como Industria 4.0, es producto de la demanda de tiempos de entrega más rápidos, procesos más eficientes y automatizados, productos de mayor calidad y personalizados (Zheng, Ardolino, Bacchetti & Perona, 2020).

En contraste con lo anterior, en las universidades, donde se forman los profesionales que deben afrontar los desafíos de esta era digital, los cambios han sido más lentos y presentan una serie de desafíos que es necesario atender. En este sentido, una propuesta de rediseño curricular significa la creación de una nueva realidad, por lo que se requiere identificar las mejores condiciones de desarrollo, y los propósitos de quienes emprenden dicha propuesta (Martínez, Fonseca y Tapia, 2019). Las Universidades, ante este reto, están luchando actualmente por proporcionar las estructuras organizativas y físicas necesarias para tales prácticas (Saykili, 2019).

Esto es particularmente crítico en las profesiones de las ciencias, las ingenierías y las tecnologías. Por ejemplo, Kowalski (2016), plantea la necesidad de que las carreras de ingeniería respondan a la era digital, y pregunta de si las carreras de ingeniería industrial están formando

profesionales 4.0, o aún se sigue con la lógica de profesionales 3.0 o 2.0. Por lo tanto, el ingeniero actual requiere del desarrollo de habilidades y competencias ante esta nueva visión del sector industrial (Garcés y Peña, 2020).

Por otro lado, la pandemia del Covid-19 está incidiendo de diferentes maneras en la transformación digital de los distintos países, con consecuencias socioeconómicas sin precedentes en América Latina y el Caribe (ALC), que agravan una situación ya de por sí compleja, caracterizada por trampas del desarrollo de carácter estructural (OCDE/NACIONES UNIDAS/CAF/UNIÓN EUROPEA, 2020). Las universidades y su tejido humano, han tenido que enfrentar con rapidez y creatividad el reto de reorganizarse para continuar sus funciones sustantivas y para seguir atendiendo los retos y problemas que venían enfrentando desde antes de la crisis del COVID-19 (Ordorika, 2020). Sin embargo, coincidiendo con Miguel (2020), pareciera no haber una estrategia clara en cuanto a cómo abordar las afectaciones en este ámbito de educación superior.

Retos para la Educación Superior

En los albores del siglo XXI el proyecto *Turning* América Latina (Beneitone, et al, 2007) se plantean los retos de la educación superior en América Latina. Con base en un estudio amplio en la que participaron académicos, estudiantes, egresados y empleadores, el informe presenta los resultados de cuatro líneas de trabajo:

1) *Competencias (genéricas y específicas de 12 áreas temáticas).*

2) *Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias.*

3) *Créditos académicos.*

4) *Calidad de los programas.*

Para considerar este tipo de resultados y adecuarse a los desafíos de la era digital, son varias las dificultades que enfrentan las universidades; para empezar los procesos de formación de ingenieros son muy largos, ya que a los cuatro o cinco años que un estudiante está en la universidad, hay que sumarle los dos a tres años que normalmente se lleva el empezar a implementar un nuevo proyecto de revisión curricular, y además es necesario considerar los tres a cinco años que tarda un ingeniero en reflejar su nivel real de preparación, una vez que se estabiliza y supera la curva de aprendizaje inicial del ejercicio de su profesión. De esta forma se plantea un lapso de nueve a trece años como el tiempo que transcurre entre el inicio de un proyecto de ajuste curricular y la evaluación de sus resultados en términos de la formación de sus egresados. En contraste en la era digital, los cambios se dan con mucha mayor velocidad.

Otra problemática, es que con frecuencia los proyectos de revisión curricular son inerciales y reactivos, donde en el nuevo plan de estudios, desde una perspectiva endógena, se agregan nuevos contenidos con lo cual los planes de estudio quedan sobrecargados y en ellos se sigue considerando contenidos con poca utilidad para generar las habilidades y competencias requeridas en la era digital.

Para contrarrestar los dos puntos anteriores se han propuesto diversos modelos de revisión curricular. Por ejemplo, Hall (2014) describe un proceso de cuatro etapas, el modelo Beka (*benchmarking, evidencing, knowing and applying*, por su acrónimo en inglés); utilizado por Juniarti, Sari y Yani (2016) como una herramienta para realizar análisis curriculares. No buscamos entrar en detalle en estos modelos, pero sí enfatizar la importancia de usar un modelo en donde se incluya consideraciones prospectivas y evaluaciones comparativas (*benchmarking*) para identificar buenas prácticas de cambio y modernización curricular.

Con los ejercicios prospectivos se recaba información sobre áreas, temas y aspectos que es necesario incorporar en los planes de estudio considerando las características del mercado laboral del futuro (los siguientes 10 a 20 años). Una revisión rápida de la literatura sobre el particular, muestra varios ejercicios de este tipo. Por ejemplo, Zарtha et al. (2013) resumen los resultados de un estudio prospectivo para identificar las principales áreas, temas y aspectos de calidad de la Ingeniería Industrial al 2025 en los países del continente americano, presentan los temas prioritarios en las áreas de optimización, producción, administración y finanzas, así como las nuevas tendencias y los criterios de calidad que los expertos consideraron como prioritarios en la Ingeniería Industrial al 2025. Por su parte, Ovallos et al. (2015) dan cuenta de un estudio prospectivo para

identificar las principales áreas, temas y aspectos de la formación de ingenieros de cara al 2020 en temas de creatividad, innovación y emprendimiento en Colombia.

En los ejercicios de revisión curricular y de evaluaciones comparativas, es importante no perder de vista las diferentes realidades del mercado laboral, que van desde las pequeña y medianas empresas hasta las grandes organizaciones globales. Las primeras son las grandes proveedoras de empleos en el mundo, y muchas veces sus necesidades más apremiantes pasan por contar con un sistema productivo y de gestión que dé una mediana certidumbre a sus diferentes procesos. Por otro lado, están las empresas globales, que muchas de ellas ya se han adaptado a la era digital y están marcando pautas de apuestas hacia el futuro, que es necesario estudiarlas y consultar con detalle para enriquecer el plan de estudio para formar ingenieros para el futuro.

Precisamente, para completar esta aportación, damos cuenta de algunos elementos del funcionamiento de una gran empresa manufacturera global (Jabil), que ilustra varios de los retos que deberán asumir cada vez más los ingenieros en la era digital.

La experiencia Jabil

Jabil, es una empresa que fabrica componentes electrónicos de alta tecnología, fundada en 1966 en Detroit, y que en 1980 trasladó sus oficinas centrales a San Petersburgo, Florida, Estados

Unidos; desde 1998 cotiza en la Bolsa de Valores de Nueva York.

Actualmente, Jabil, tiene más de cien mil empleados en más de 100 plantas distribuidas en más de veinte países de cuatro continentes. Muchas de estas plantas han recibido diversos premios en los países que están instaladas por sus buenas prácticas. En 2016 tuvo ingresos netos por \$18400 millones de dólares. Sus fundadores, un par de emprendedores, James Golden y Bill Morean, reconocieron hace 50 años que la electrónica estaba evolucionando mucho y querían participar en ello. Empezaron haciendo tarjetas electrónicas sobre la mesa de la cocina de la casa de Morean.

Al conocer el funcionamiento de algunas de las plantas de Jabil, resalta la manera como han incorporado buenas prácticas de gestión y manufactura, que se puede resumir con palabras como: orden, limpieza, organización y tecnología. Además, han llevado a la práctica el enfoque a proyectos y procesos, en contraste con la tradicional segmentación por funciones de muchos procesos. Su trabajo con clientes y proveedores es estrecho. Los retos que enfrentan sus ingenieros son continuos en términos de costos, diseño, introducción de nuevos productos, ingeniería, control, mantenimiento, logística, cambios de modelos y nueva tecnología.

Lo anterior se resume bien en la página web de Jabil (www.jabil.com), donde presentan casos estudios y en general se puede

apreciar la claridad con la que comunican quiénes son, cuál es su negocio y las principales tendencias actuales en manufactura en las que participan. Su eslogan es: empoderando las marcas que empoderan al mundo; y es que Jabil es proveedor de partes y componentes de importantes marcas comerciales de productos de alta tecnología (Figura 1).

También precisan algunas de las principales tendencias de la era digital en la que están inmersos: Impresión 3D, Sistemas autónomos, Soluciones en la Nube (Cloud), Soluciones conectadas, Interacción, Internet de las cosas (IoT), Ciencia de los Materiales, Tecnología Médica, Miniaturización, Movilidad, Fábrica inteligente, etcétera. Esto lo despliegan a través de cuatro áreas claves de soluciones:

- Innovación acelerada.*
- Excelencia en ingeniería.*
- Manufactura ágil.*
- Coordinación total de la cadena de suministros.*

La descripción que dan de estas cuatro áreas ofrece una perspectiva de los retos que debe asumir una empresa de manufactura para ser competitiva.

Jabil señala como su primera área de soluciones (negocio) a la innovación acelerada; en donde reconoce que sus clientes buscan incorporar más características en sus productos, a menores costos y en un menor tiempo para lanzar los productos al mercado.



Figura 1. Tendencias y áreas claves en las que Jabil participa.

Innovación disruptiva en la era digital

Sobre el particular, desde 1990 Michel Porter, uno de los grandes gurús del desarrollo de los negocios, en un trabajo seminal, basado en un estudio detallado sobre los patrones de éxito competitivo en diez países líderes en el comercio, concluía que la prosperidad de las naciones era creada, no heredada; y que la competitividad de un país depende de la capacidad de su industria de innovar y mejorar (Porter, 1990). En los últimos 25 años dicha conclusión ha ido cobrando mayor claridad y profundidad, solo habría que incluir en general a las empresas, y no solo a la industria.

En la era digital las grandes empresas se respaldan en procesos poderosos de innovación, y en los últimos años se ha visto muchas innovaciones disruptivas: *Apple* y sus teléfonos móviles inteligentes, *Google* y su buscador inteligente que jerarquiza las páginas, *FaceBook* y su red social, *Amazon* y su comercio en línea, *Netflix* y el poder ver (rentar) películas en línea, *WhatsApp* y la comunicación instantánea, *Uber* y su red de transporte privado, etcétera.

Ahora bien, para que una innovación disruptiva logre afianzarse y perdurar, requiere un adecuado plan de negocio, de ingeniería, gestión y mejora; y más innovaciones que perfeccionen o desplacen la invención original. Cuando esto no ocurre la innovación disruptiva limita su impacto y durabilidad. Un ejemplo claro de esto es lo que ocurrió con tres casos de empresas que en su momento fueron

líderes en el mercado de teléfonos móviles: *Motorola*, *Nokia* y *Research in Motion (BlackBerry)*, que al no seguir innovando colapsó su negocio de teléfonos móviles (Nair, et al., 2014).

En la era digital el tiempo de vida de una nueva tecnología resultado de una innovación es cada día más corto, de ahí la necesidad de seguir innovando y de la otra área clave de soluciones de Jabil: "Excelencia en ingeniería en todo lo que hacemos, superando lo que se espera, innovando en soluciones y aplicando una amplia experiencia a lo largo del ciclo de vida del producto". Este aspecto como ventaja competitiva también quedó claro desde hace varias décadas, con el movimiento por la calidad y la excelencia que se dio en la segunda mitad del siglo XX, con personajes como Deming (Calidad, Productividad y Competitividad) y Juran con su trilogía de la calidad: Planificación de la Calidad (desarrollar lo que el cliente precisa), Control y Mejora de la calidad (Gutiérrez Pulido, 2014).

Sobre la tercera área de Jabil, se señala "La agilidad en la fabricación es el valor que ofrecemos a los clientes que necesitan velocidad, flexibilidad, eficiencia y agilidad en un momento de incertidumbre geopolítica, presiones competitivas amenazantes y expectativas crecientes de los clientes". Esta área se puede enmarcar en conceptos y métodos relacionados con lo que se conoce como el Sistema de Producción Toyota y *lean manufacturing*, y su poderoso enfoque a eliminar las actividades desperdiciadoras (de tiempo y

recursos) para que el proceso fluya en la creación de valor (Gutiérrez Pulido, 2014). Respecto a la cuarta área clave de Jabil, se establece "En la nueva economía digital, las macro fuerzas como la globalización, la complejidad del producto, los ciclos de desarrollo más cortos y la personalización masiva aplican una presión increíble a las cadenas de suministro. La necesidad de visibilidad integral, respuestas instantáneas y disponibilidad inmediata está cambiando los modelos de negocio y desafía a las cadenas de suministro

existentes a hacer más que simplemente mantener el ritmo...La economía digital actual exige un nuevo enfoque para administrar todo el ecosistema de la cadena de suministro: una solución que aprovecha la nube, la conectividad en tiempo real y el análisis avanzado". También en el marco del movimiento mundial por la calidad, aparecieron conceptos seminales que identificaron el valor estratégico de la gestión de las cadenas de suministro, como justo a tiempo y el propio *lean manufacturing*.

Reflexiones finales

Las empresas de manufactura representan uno de los campos donde más se refleja la influencia de la era digital, dada la presión por mejorar sus resultados y su competitividad producto de los avances tecnológicos, la apertura de mercados y la globalización económica, y ahora, la pandemia del Covid-19.

Las universidades han enfrentado el reto de reorganizarse para cumplir sus roles y para seguir atendiendo los retos y problemas que venían enfrentando desde antes de la crisis del COVID-19; sin embargo, no se evidencia una estrategia consensuada en todo el sistema.

Algunos de los retos de la educación superior en América Latina, son planteados en el proyecto Turning América Latina, que presenta cuatro líneas de trabajo: 1)

Competencias (genéricas y específicas de 12 áreas temáticas); 2) Enfoques de enseñanza, aprendizaje y evaluación de estas competencias; 3) Créditos académicos; y, 4) Calidad de los programas.

La experiencia de una gran empresa manufacturera global como Jabil, ilustra varios retos que deberán asumir cada vez más los ingenieros en la era digital; esto lo despliegan a través de cuatro áreas claves de soluciones: Innovación acelerada, Excelencia en ingeniería, Manufactura ágil, Coordinación total de la cadena de suministros.

En la era digital el tiempo de vida de una nueva tecnología resultado de una innovación es cada día más corto, de ahí la necesidad de seguir innovando.

REFERENCIAS

- Beneitone, P.; Esquetini, C.; González, J.; Martí, M.; Siufi, G. y Wagenaar, G.. (2007). *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe final, proyecto Tuning América Latina 2004-2007*. Universidad de Deusto, Bilbao. http://tuningacademy.org/wp-content/uploads/2014/02/TuningLAIII_Final-Report_SP.pdf
- Dean, M., & Spoehr, J. (2018). The fourth industrial revolution and the future of manufacturing work in Australia: Challenges and opportunities. *Labour & Industry: a journal of the social and economic relations of work*, 28(3), 166-181. <https://doi.org/10.1080/10301763.2018.1502644>
- Garcés, G. & Peña, C. (2020). Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 19(40), 129-148. <https://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>
- Ordorika, I. (2020). Pandemia y educación superior. *Revista de la educación superior*, 49 (194), 1-8. <https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1120>
- Hall, C. E. (2014). Toward a model of curriculum analysis and evaluation—Beka: A case study from Australia. *Nurse education today*, 34(3), 343-348. <https://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2013.04.007> <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>
- Juniarti, N.; Sari, H. y Yani, D. (2016). Analysis and evaluation of implementation of undergraduate nursing curriculum for family nursing in West Jawa. *Jurnal INJEC*, 1(2), 103-114. <http://dx.doi.org/10.24990/injec.v1i2.119>
- Kowalski, V.A. (2016). Editorial. *Revista Ingeniería Industrial*, 15 (3), 249-251. <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/2954/3016>
- Martínez, E.; Fonseca, R. & Tapia, H. (2019). Implementación de Rediseños Curriculares Universitarios en Educación, una Tarea Compleja. *Formación universitaria*, 12 (3), 55-66. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000300055>
- Miguel, J. (2020). La educación superior en tiempos de pandemia: una visión desde dentro del proceso formativo. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 50(e), 13-40. <https://doi.org/10.48102/rlee.2020.50.ESPECIAL.95>
- Nair, H. A., Ramalu, S. S., & Kumar, D. (2014). Impact of Innovation Capacity and Anticipatory Competence on Organizational Health: A Resource based Study of Nokia, Motorola and Blackberry. *International Journal of Economic Research*, 11(2), 441-461. <http://repo.uum.edu.my/18884/>
- Ovallos, D. G., Maldonado, D. P. & De la Hoz, S. E. (2015). Creatividad, innovación y emprendimiento en la formación de ingenieros en Colombia. Un estudio prospectivo. *Revista Educación en Ingeniería*, 10(19), 90-104. <https://doi.org/10.26507/rei.v10n19.524>
- Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations. *Harvard business review*, 68(2), 73-93. <https://hbr.org/1990/03/the-competitive-advantage-of-nations>
- Rodríguez, C.; Fernández, C. y Berral, B. (2019). La escuela 2.0: una vista atrás para poder avanzar. En *Innovación e investigación educativa en la era digital*, Hinojo, F.; Aznar, I. y Cáceres, M. (eds.). Barcelona, España: Ediciones OCTAEDRO. <https://octaedro.com/wp-content/uploads/2019/07/16167.pdf>

- Saykili, A. (2019). Higher education in the digital age: The impact of digital connective technologies. *Journal of Educational Technology & Online Learning*, 2(1), 1-15. <https://dx.doi.org/10.31681/jetol.516971>
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Barcelona, España: Debate.
- Sevilla, H. (2017). Exordio. En *Educación en la era digital. Docencia, tecnología y aprendizaje*, Héctor Sevilla, H.; Tarasow, F. y Luna, M. (coordinadores). Guadalajara, México: Editorial Pandora. http://www.pent.org.ar/extras/micrositios/libro-educar/educar_en_la_era_digital.pdf
- Viñals, A. y Cuenca, J. (2016). El rol del docente en la era digital. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 30 (2), 103-114. <http://hdl.handle.net/11162/126979>
- Ynzunza, C.; Izar, J.; Bocarando, J.; Aguilar, F.; Larios, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y Perspectivas Futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/94454631006.pdf>
- Zartha Sossa, J. W. et al. (2013). Estudio de prospectiva de la ingeniería industrial al 2025 en algunos países miembros de la OEA. *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, 7(1), 1-13.
- Zheng, T.; Ardolino, M.; Bacchetti, A. & Perona, M. (2020). The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review. *International Journal of Production Research*, <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1824085>

Autor

Humberto Gutiérrez Pulido. Doctor en Ciencias (Probabilidad y Estadística), Maestro en Estadística, Licenciado en Matemáticas. Profesor-investigador de tiempo completo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara-, Nivel I del Sistema Nacional de Investigadores (S.N.I.). Director de la División de Ciencias Básicas. Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1943-6712>

Email: hgpulido19@gmail.com

Recibido: 17-12-2020

Aceptado: 30-12-2020

Metodologías para la planificación de la producción en las industrias: una revisión

Methodologies for planning of production in industry: a review

Julián Silva Rodríguez, Sandra Iazo Jiménez, Daniela Palencia Molina, Mayra D'Armas Regnault

Palabras clave: planeación de la producción, plan óptimo de producción, programación de la producción

Key words: production planning, optimal production plan, production scheduling

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo presentar una revisión bibliográfica de la planificación de la producción hasta 2015 y su aplicación en las industrias, y que sirva de referencia para futuras investigaciones. Para la revisión se utilizó el método de "Análisis de contenido" y se derivó bajo cuatro categorías estipuladas según la metodología de la siguiente manera: Planeación de la producción agregada (APP), modelo de programación lineal (PL), plan maestro de producción (MPS) y programación de producción por inventarios. En la revisión se evidencia que el 60% de la bibliografía consultada corresponde a PL, es utilizada para la solución de problemas relacionados con varios contextos productivos y ha permitido a empresas u organizaciones reducir costos y aumentar su rentabilidad. Además, el 22% de las investigaciones corresponde a APP, que se utiliza para la determinación de la producción en la industria con el objetivo de satisfacer los requerimientos para un horizonte de planificación de medio plazo. De igual manera, el MPS con un 12%, se relaciona bajo la incertidumbre de la demanda con el propósito de determinar las cantidades y fechas en que deben estar dispuestos los inventarios de distribución de la empresa. Finalmente, 6% correspondiente a la programación de producción por inventarios debido a su poca aplicabilidad en la industria.

ABSTRACT

This article aims to present a literature review of the production planning until 2015 and its application in industry, and serve as a reference for future research. The method of "content analysis" used and was carried out under four categories set according to the methodology for the review follows: Aggregate Production Planning (APP) model of linear programming (LP) master plan production (MPS) and production schedule for inventories. In the review it is evident that 60% of the literature corresponds to PL, used to solve problems related to various productive contexts and has allowed companies or organizations reduce costs and increase profitability. In addition, 22% of research corresponds to APP, which is used for the determination of production in the industry in order to meet the requirements for a planning horizon of the medium term. Similarly, the MPS with 12% is related in the uncertainty of demand for determining the amounts and dates must be willing inventory Distribution Company. Finally, 6% corresponding production-scheduling inventory due to their low industrial applicability.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la producción en las empresas manufactureras es fundamental para utilizar plenamente los recursos de fábrica (por ejemplo, máquinas, materias primas y trabajadores) y reducir los costos (Sun et al., 2020); siendo un aspecto clave la correcta planificación de la producción es la clave para las empresas manufactureras (Taha, 2008). Según Herrera y Martínez (2011), las actividades vinculadas a fábrica y la cadena de suministro deben planearse a fin de alcanzar la secuencia de fabricación más rápida, segura y óptima. De igual forma, Viveros y Salazar (2010) exponen que la planificación de la producción es un enfoque clásico, el cual se plantea de manera jerárquica en cuanto a sus decisiones y plazos involucrados, en el que se logra una integración vertical entre los objetivos estratégicos, tácticos y operativos, los que idealmente también deben expresar la relación horizontal entre las diferentes áreas de la compañía.

Igualmente, Cuatrecasas (2011) afirma que la planificación de la producción es parte de un proceso complejo el cual involucra la planificación en varios periodos. El proceso comienza con el estudio del largo plazo del mercado que permite tomar decisiones estratégicas como la construcción de nuevas plantas. El proceso de planificación de largo plazo se materializa en planes anuales, conocidos como planificación agregada, una estimación de las capacidades de producción y las demandas esperadas mes a mes. Los planes agregados se convierten, finalmente, en programas

detallados de producción, conocidos como Programas Maestros de Producción, es la función de la dirección de la empresa que sistematiza por anticipado los factores de mano de obra, materias primas, maquinaria y equipo.

Según Zotelo et al (2017), la planificación de la producción es un proceso continuo y complejo que consiste en determinar anticipadamente decisiones que permitan optimizar el uso de los recursos productivos. De manera jerárquica, la planificación de producción abarca desde las instalaciones de producción, incluyendo estrategias de localización de plantas y sus capacidades, métodos de pronósticos, hasta llegar al nivel de planta donde los temas incluyen planificación táctica y operativa, planificación de materiales y gestión de inventarios.

Para Sun et al (2020), la planificación de la producción en la industria manufacturera consiste en asignar los recursos limitados, como materias primas, componentes de productos, máquinas y trabajadores, a diferentes tareas de producción. Por lo tanto, un buen plan de producción no sólo debe hacer pleno uso de los limitados recursos para aumentar los ingresos, sino también tener en cuenta la incertidumbre del mercado y la planta, de modo que tenga la flexibilidad de ajustarse fácilmente de acuerdo con los cambios en el mercado y los problemas imprevistos en la planta.

Considerando lo anterior, autores como Das y Patnaik (2015), Dumetz, Gaudreault, Thomas, Marier, Lehoux y el-Haouzi

(2015), y Bakhrankova, Midthun y Uggen (2014), han propuesto diversos modelos de optimización para resolver el problema de planificación de la producción. Desde una perspectiva clásica Silver, Pyke y Peterson (1998) describen y clasifican algunos de estos enfoques para resolver este problema, con la participación del uso de técnicas de programación matemática, procedimientos heurísticos y técnicas de búsqueda. En este mismo contexto, Khoshalhan y Khani (2012) hacen una exhaustiva revisión de los modelos y métodos de planificación en su conjunto, presentando un esquema de clasificación de las técnicas de planificación de la producción en dos grandes grupos: las técnicas que alcanzan soluciones óptimas y las que no las garantizan. De igual forma, Miller y Wolsey (2003) constituyen una referencia general, donde ilustran una amplia variedad de problemas de planificación de producción tanto en su modelamiento a través de programación lineal entera mixta como algorítmico para su solución.

En consecuencia, la programación matemática y en particular la programación lineal (PL) y sus extensiones, han adquirido en los últimos años una gran importancia dentro del mundo empresarial, dada la gran variedad de problemas que pueden ser modelizados entre los que se destaca la planificación de la producción. Esto, unido al desarrollo tecnológico experimentado por los

ordenadores cada vez más potentes y de menor precio, ha hecho que la PL sea más utilizada, puesto que ya es posible resolver, hasta con un ordenador personal, muchos de los problemas que hasta hace unos años requerían el uso de grandes ordenadores (Munier, 1986).

Dadas estas consideraciones, el presente artículo tiene con objetivo dar una visión sobre las diferentes herramientas metodológicas utilizadas para el desarrollo de investigaciones enfocadas a la planificación de la producción, el cual fue dividido en las siguientes categorías: Planeación Agregada de la producción (APP, por sus siglas en inglés, *aggregate production planning*), modelos de programación lineal (PL), plan maestro de producción (MPS, por sus siglas en inglés, *master production schedule*) y programación de producción por inventarios.

En este sentido, el presente artículo se estructura de la siguiente manera: en la Sección dos (2) se explica la metodología que se siguió para la revisión y se identifica la ubicación temporal de cada artículo y además se muestra una comparación de los artículos que se han publicado sobre las temáticas bajo estudio. Luego, en la Sección tres (3) se muestran de manera sintetizada los principales resultados encontrados en la revisión bibliográfica. Finalmente, en la Sección cuatro (4) se presentan las principales conclusiones producto de la revisión.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la revisión bibliográfica es el "Análisis de contenido". El análisis de contenido es una de las técnicas más populares y de rápida expansión para la investigación cuantitativa; se puede definir como el análisis sistemático, objetivo y cuantitativo de las características del mensaje (Neuendorf, 2017). El análisis de contenido como método de investigación, pasó de ser una descripción cuantitativa objetiva del contenido manifiesto a una interpretación subjetiva de los datos del texto que tratan con la generación de teorías y la exploración del significado subyacente (Zaidman-Zait, 2014).

Según Krippendorff (2012), dicho análisis difiere de las técnicas clásicas de estudio de documentos, en las que tiende a mediatizar la subjetividad personal del investigador. De igual forma, Noguero (2002) expone que es una técnica de investigación que pretende ser objetiva, sistemática y cuantitativa en el estudio del contenido.

Por otra parte, Bardin (1991) considera que el "Análisis de contenido" pretende sustituir las dimensiones interpretativas y subjetivas del estudio de documentos o de comunicaciones por unos procedimientos cada vez más estandarizados que intentan objetivar y convertir en datos los contenidos de determinados documentos o comunicaciones para que puedan ser analizados y tratados de forma mecánica. El análisis de contenido se presentó, en un primer momento, como reacción contra el

subjetivismo de los análisis clásicos y como consecuencia de la multiplicación de informaciones, como una técnica de constatación de frecuencias o de análisis cuantitativo.

La búsqueda de los artículos científicos se realizó en base de datos como *Science Direct*, *Redalyc*, *ProQuest* y *Scielo*, para la ubicación de estos se usaron palabras claves como: "Plan production", "Production planning", "Optimal production plan", "Production scheduling", "model of production planning".

Los artículos revisados en el tema de planificación de la producción se clasificaron de la siguiente forma:

- Planeación agregada
- Programación lineal (PL)
- Plan maestro de producción
- Planeación de producción por inventarios

Cabe resaltar que dentro de la categoría de PL se incluyeron herramientas relacionadas como son la programación lineal entera y la programación entera mixta (PLM) ya que son muy utilizadas y tienen una gran relevancia en la planeación de la producción en la industria.

Para la revisión bibliográfica del presente artículo se incluyeron un total de 50 artículos científicos enfocados a las categorías antes descritas. En la figura 1 se puede evidenciar que el mayor número de referencias corresponden a investigaciones que utilizan como herramienta principal la programación lineal, contando en esta área con 30 artículos (60%); de igual forma se observa que otra de las herramientas de uso

frecuente entre los investigadores es la planeación agregada la cual cuenta con 11 artículos representando el 22% del total de literatura revisada.

De igual forma, en la figura 2 se observa que la mayor parte de artículos (13) fueron publicados en el año 2015, donde en su

mayoría corresponden a investigaciones de PL con 10 artículos. De igual forma se evidencia la tendencia que han tenido las investigaciones que han utilizado PL como herramienta principal, ya que se observa un crecimiento significativo en cuanto a los artículos publicado a través de los años.

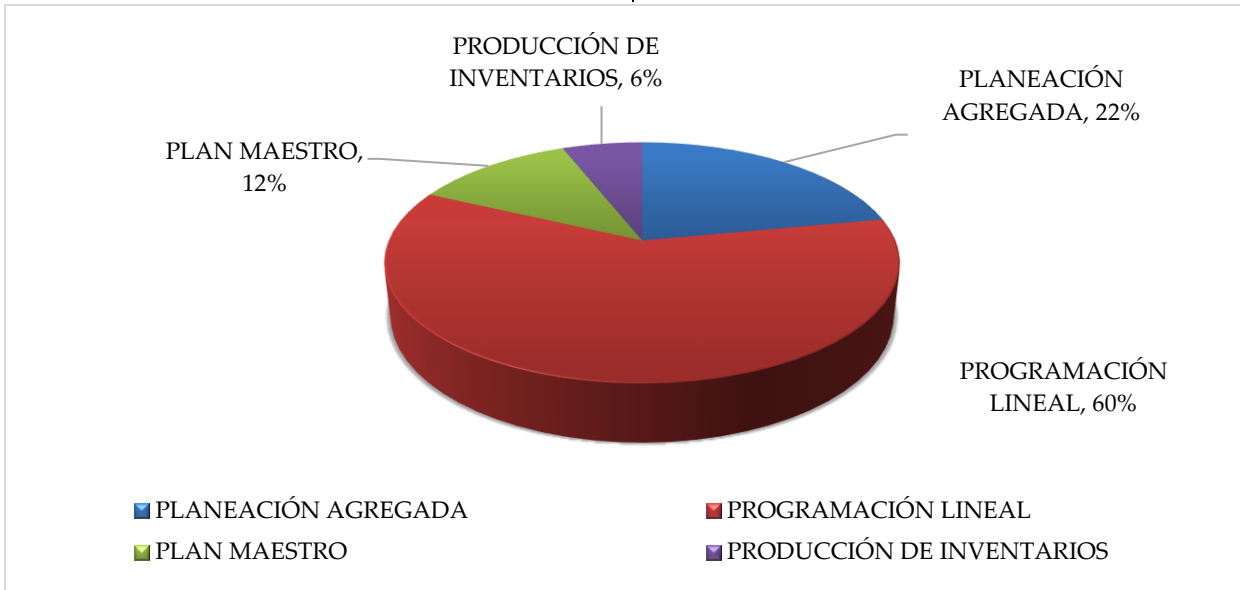


Figura 1. Porcentajes de investigaciones en planificación de la producción

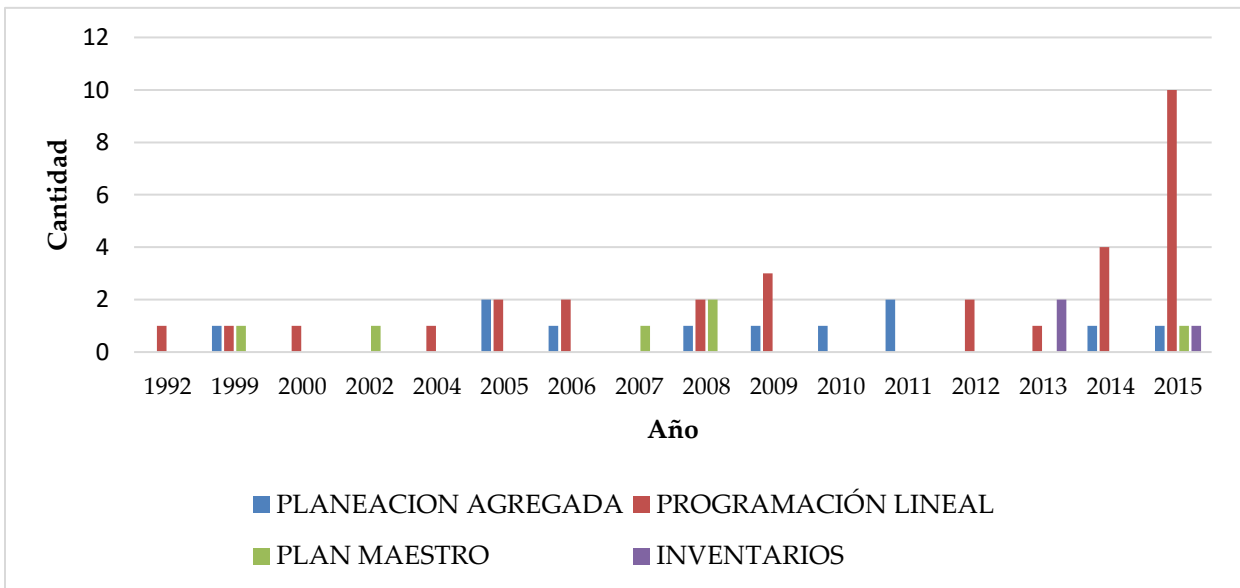


Figura 2. Clasificación de los temas de estudio por años

Resultados y discusión

La presente recopilación documental, parte por definir el concepto de la planificación de la producción y las metodologías que se han realizado sobre el tema, como el modelo de la planificación de la producción agregada, el plan maestro de producción, la planificación de materiales, la programación lineal y modelo de programación de inventarios. En general se han incluido 50 artículos para la revisión de literatura del presente artículo.

Según Render y Heizer (2007), la planificación de la producción consiste en definir el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad a los distintos niveles, en busca de la competitividad deseada. Para ello, se requiere un proceso unido de planes que vinculen los distintos niveles jerárquicos de la organización; por lo cual planificar es una disciplina de estudios e investigaciones que toda empresa debe implementar para el diseño de procesos de proyección que garanticen y simplifiquen las tareas y actividades necesarias para tal fin. En este sentido, existe un conjunto de investigaciones cuyo objetivo se enfoca en el desarrollo de metodologías para la planificación de la producción, las cuales definen los procedimientos adecuados para dicha planificación y su aplicabilidad a las empresas.

Dentro de los estudios e investigaciones que se han realizado es preciso resaltar autores como Sipper & Bulfin (1997) y Poles

(2013) quienes enfocan la planificación de la producción de manera general, explicando su origen, definiciones formales y describiendo detalladamente cada una de las etapas que conforman el proceso de planificación de la producción.

Entre los enfoques estudiados por estos autores se puede observar que en general las etapas que se siguen para desarrollar un modelo de planificación de la producción contempla la planificación agregada, en donde se determina el número de unidades a producir de cada producto para determinado periodo de tiempo, además del desarrollo de un plan maestro de producción el cual genera las cantidades de cada producto a fabricar en cada uno de los días de la semana que trabaje la empresa, la planificación de materiales donde se genere una lista de los materiales necesarios, para llevar a cabo la producción planeada junto con las cantidades específicas y requeridas de cada uno de ellos, y finalmente la programación de operaciones, la cual involucra cada una de las actividades que se deben llevar a cabo para lograr la producción planeada.

Investigaciones en planificación agregada de la producción (APP)

En este tema de estudio se clasificaron 11 artículos, que orientan como ha sido la planeación agregada, una de las más importantes partes del proceso de planificación de la producción en la industria. APP reduce en gran medida la cantidad de datos utilizados durante el

proceso de planificación y, por lo tanto, permite actualizar los planes con más frecuencia (Cheraghalikhanian, 2019).

Leung & Chan (2009) afirma que la planeación agregada aborda la determinación de la fuerza laboral, la cantidad de producción, y los niveles de inventario según con el objetivo de satisfacer los requerimientos para un horizonte de planificación de medio plazo. En una investigación desarrollada por Wang & Liang (2005), se realizó el diseño de un modelo de programación de metas para la planificación de la producción agregada, en la cual establecen una serie de consideraciones de tipo económico, comercial, tecnológico e incluso social o de comportamiento que alimentan y afectan la estrategia, para lo cual determinan el horizonte temporal, los periodos de tiempo, la frecuencia o ritmo de revisión y los plazos de rigidez en los que se deben considerar factores como las características de los mercados, los proveedores de materias primas y de la naturaleza de las operaciones y controles internos. Finalmente concluyen que, si el mercado en el que se debe competir es estacional por cualquier razón, este factor puede ser dominante en la selección de un intervalo temporal para la planificación.

De igual manera para llevar cabo la planificación de la producción agregada (APP), Linn & Zhang (1999), Chu (1995) y Liang (2008), realizaron una propuesta de expansión de la capacidad de un sistema de fabricación en el cual incorporaron múltiples centros de actividad, las

variables que eligieron para su desarrollo fueron la cantidad total de producto que ha producido en un tiempo, el nivel de inventario del artículo, finalmente obtuvieron un modelo de la planificación de la producción agregada con ampliación de la capacidad en el sistema de fabricación basado en la actividad, que puede ser adaptado a diferentes casos.

Así mismo, Sahin, Robinson & Gao (2008) consideran las variables de decisión y restricciones para la planificación, y explican que la eficiencia del plan de producción depende en gran medida de la calidad de la información recolectada, es por ello que se debe optar por elaborar un plan agregado sobre procesos estandarizados. Por otra parte, Poles (2013) examinaron un modelo de planificación agregada para productos terminados y otra para productos intermedios y materia prima con capacidad ilimitada, con fin de diseñar un modelo de optimización simultánea de la producción y compra de los productos (desde la materia prima a los productos finales), con el fin de satisfacer tanto la demanda interna como la externa, sobre un horizonte de planeación de corto plazo.

De igual manera un modelo de optimización robusta de planificación para la producción agregada en una cadena de suministro en condiciones de incertidumbre fue creado por Mirzapour, Malekly & Aryanezhad (2011), en el cual su función objetivo es minimizar las pérdidas totales de la cadena de suministro, incluyendo los costos de

producción, los costos laborales, costos de capacitación, costo de inventario de materia prima, inventario de productos y costos de almacenamiento, costos de transporte, de los cuales se deducen en el total de las ventas.

Gansterer, Almeder & Hartl (2014) y Roghanian, Sadjadi y Aryanezhad (2007) realizaron un modelo de simulación para la planificación agregada a los sistemas de fabricación contra pedido, en el cual. El modelo ha sido desarrollado como un banco de pruebas para situaciones que enfrentan los proveedores Goerzig, Lucke, Lenz, Denner, Lickefett & Bauernhansl (2015). Para ello se tuvo en cuenta las características del mercado (montos y plazos de entrega de los clientes es necesario), diseño de la máquina, y compras (por ejemplo, los tiempos de procesamiento, adquisiciones de materia prima en diferentes tiempos, tiempos de preparación, la aparición y duración de las averías de la máquina).

Desde este punto de vista se consideran tres aspectos importantes para tener en cuenta en la planificación agregada de la producción. Según Balaguer y Márquez (2000), que son el beneficio para la compañía, la satisfacción del cliente y el ambiente de trabajo. Para alcanzar estos tres objetivos los autores proponen ante un caso real de una compañía que elabora materiales para la construcción en Portugal, el desarrollo de un modelo de la programación lineal entera mixta con múltiples criterios. En este modelo consideran los siguientes aspectos: las

restricciones legales sobre la reducción o aumento del tamaño de la fuerza laboral y las horas extras, adoptan la posibilidad de subcontratar producción y de almacenar stock.

Investigaciones de planificación de la producción con modelo de programación lineal

En esta categoría se encuentran ubicados 30 artículos que se orientan a uno de los métodos más importantes para resolver el problema de la planificación de la producción como lo es la programación lineal. A continuación, se presentan los aportes de varios autores y su aplicación en las industrias.

La planificación es un problema de optimización en el que la búsqueda de la solución óptima global es muy difícil y es una tarea que consume tiempo. Hay muchos enfoques que tratan de resolver este problema de optimización, entre ellos los modelos de planificación de la producción, basados en la programación lineal (Gligoric et al, 2019).

La programación lineal (PL) es una de las principales ramas de la Investigación de Operaciones. Por su sencillez los modelos de PL son utilizados para la solución de algunos problemas relacionados con varias ciencias y ha permitido a empresas y organizaciones reducir costos y aumentar rentabilidad (Anderson et al. (2011). Existen muchos problemas administrativos que se ajustan a este modelo tratando de minimizar o maximizar un objetivo que está sujeto a una lista de restricciones.

En consecuencia, autores como Kerzner (2013) formularon un modelo de PL, el cual considera el número máximo de unidades que se pueden producir durante un periodo determinado, donde dicho periodo tiene en cuenta factores como producción en horas regulares, en horas extras y subcontratación y asimismo contempla el destino donde se entregará dichas producciones en cada uno de los periodos. De la misma forma, Baykasoglu y Gocken (2010) y Ouyang y Chang (2013) plantearon modelos de PL para la planificación de la producción, los cuales constan de una función objetivo y un conjunto de restricciones, con el fin de maximizar ganancias o minimizar los costos, la metodología de aplicación al estudio se realizó por el método de bajo costo de la planificación de la producción para satisfacer al cliente y cumplir con la demanda fluctuante.

Por su parte, Kerzner (2002) desarrollaron un modelo matemático para la planificación y programación de la producción en una industria farmacéutica mediante el análisis de los principales aspectos que influyen en la planificación y la programación, y define un ámbito de aplicación ampliado de los problemas relacionados, como una forma de dar cuenta de los niveles más altos de integración entre el diseño y el proceso de toma de decisiones operativas.

Asimismo, aplicando la metodología de la investigación de operaciones, un estudio sobre optimización de la planificación de la producción de la pesca fue realizado por

Morales, et al. (2009), el cual se dividió en tres partes principales, las poblaciones de peces y la cosecha, procesamiento de pescado, y la comercialización. De ahí se concentra la atención en la planificación integrada, donde las operaciones de la flota pesquera se combinan con la planta de procesamiento. Luego muestran una visión más amplia de las necesidades de la cadena de suministro que se adoptará como muchas empresas de este sector industrial que se esfuerzan por mejorar sus utilidades, su capacidad productiva, la eficiencia operativa y la rentabilidad.

Por otra parte, Maldonado, Rangel y Ferreira (2014) estudian las diferentes estrategias para la planificación de la producción de bebidas gaseosas, para obtener la secuencia de lotes en la fase de embotellado; para ello utilizan los modelos matemáticos y restricciones clásicas, incluyendo restricciones de flujo de múltiples productos básicos para eliminar subsecuencias. En este trabajo estudiaron para la etapa individual, el problema de programación solo lote- máquina en el contexto de la producción de refrescos. Los modelos difieren por el conjunto de restricciones utilizadas para eliminar subsecuencias desconectadas al proceso.

Belsnes, Wolfgang, Follestad y Aasgård (2016) realizaron el diseño de un modelo para la programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado ubicada en la ciudad de San José de Cúcuta (Colombia), en la cual utilizan una metodología basada en la identificación de las restricciones, en donde se clasifican y

analizan para desarrollar un programa óptimo de producción mediante el modelo de la PL. Este modelo puede ser utilizado por cualquier pequeña empresa que cuente con las características y operaciones similares a las de la empresa estudiada.

Por otra parte, para describir los sistemas de producción combinados con modelos logísticos, Seitz y Nyhuis (2015) introducen el concepto de fábrica de aprendizaje con el fin de mejorar la planificación y control de producción, la metodología utilizada parte de la demanda de mayor rendimiento logístico a unos menores costos logísticos. Además, describen los desafíos que enfrentan las empresas de producción en la planificación y el control de su procesamiento de pedidos. Dentro de este contexto, se ha demostrado que en términos de consecución de los objetivos de logística y aumentar la competitividad de una empresa, en general hay un enorme potencial tanto en la recopilación, el suministro y el análisis de datos operativos, así como en el ámbito de las competencias de los empleados.

Bakhrankova, Midthun y Uggen (2014) presenta un modelo de PL difusa de seis componentes: tres proveedores, un departamento de compras, una planta de producción y un departamento de mercadeo y ventas. El objetivo es maximizar las ganancias en la cadena de suministros a través del desarrollo de varios modelos de PL difusa; dicho modelo se centra en el papel del departamento de compras para la consecución de materia prima más económica, con mejores tiempos

de entrega y de mejor calidad, y el rol del departamento de mercadeo y ventas para el aumento en la demanda del producto, con precios de venta altos. Las inversiones en estos dos departamentos disminuyen en proporción diferente lo que la empresa debe invertir en la planta de producción para lograr competitividad.

Por su parte, Takahashi, Onosato y Tanaka (2015) planifican la producción de forma que se correlaciona complejamente a los problemas de producción. La metodología que usaron para la planificación se divide en sub-problemas basados en experiencias anteriores, a fin de facilitar la investigación. Además, las actividades en el que resuelven cada sub-problema son determinadas por las prioridades entre los sub-problemas. Adicionalmente los autores han propuesto una representación de combinaciones de alternativas en la planificación de la producción mediante el uso de diagramas de decisión binaria.

Viveros y Salazar (2010) realizaron la planificación de la producción en la industria del vestido, en la cual se muestra una breve reseña acerca de los sistemas de producción y los diversos tipos de sistemas de producción con una visión general de la gestión de la cadena de suministro y sus actividades. En la investigación se desarrolla un marco teórico para la evaluación de las diversas estrategias tanto para la planificación de la producción y gestión de pedidos en la industria. Igualmente, para la investigación se utilizó un método el cual inicia con la generación de órdenes de acuerdo con una tasa de

llegada para cada producto, donde cada orden puede ser aceptada o rechazada de acuerdo con una política determinada. Si el pedido es rechazado, deja el sistema y por el contrario si es aceptado, se espera a la fecha de entrega y el material disponible.

Zhang, Ong y Nee (2015) presenta un modelo interactivo de PL con un enfoque probabilístico para resolver un problema de planeación agregada de la producción con una estimación imprecisa de la demanda, relacionando costos operacionales y capacidad. El enfoque propuesto intenta minimizar los costos totales con referencia al nivel de inventarios, labores en tiempo suplementario, subcontratación y nivel de órdenes retrasados, capacidad de máquinas y almacén. El propósito del problema de PL es proporcionar una eficiente planeación agregada y sobre todo un grado de satisfacción de quien toma la decisión de acuerdo con los valores de las metas determinadas.

En otra aplicación, Wang y Liang (2004) desarrollan un modelo difuso de PL multiobjetivo para solucionar un plan agregado de producción en un ambiente difuso. Los principales objetivos del modelo es minimizar los costos de producción, costos de almacenamiento y costos de retrasos generados por el cambio en los niveles de trabajo, inventario, capacidad, espacio de almacenamiento y el valor del dinero en el tiempo. Valencia, Lambán y Royo (2014); Pradenas, Peñailillo y Ferland (2004); Das y Patnaik (2015); Guchhait, Maiti, y Maiti (2013);

Ramezian, Rahmani y Barzinpour (2012); Jiménez y Bilbao (2009); Leung y Chan (2009) explican una amplia visión de la PL donde el modelo diseñado pretende minimizar los costos totales y el tiempo total de entrega en relación con los niveles de inventario, niveles disponibles de mano de obra y capacidad de la máquina en cada fuente, la demanda del mercado y espacio de almacenamiento en cada destino, y el valor temporal del dinero para cada una.

Por otra parte, cabe destacar que dentro de la PL se establecen dos herramientas complementarias que son utilizadas para la programación de la producción como son la programación lineal entera y la programación lineal entera mixta (MILP) en donde diferentes autores han hecho sus aportes y se muestran a continuación.

Liang (2006) realizaron una investigación con el fin de realizar la programación de los trabajos en una maquina utilizando un modelo de MILP, con las variables de decisión del modelo que corresponde a la fecha de inicio de la operación, las variables que representan terminación a tiempo del trabajo. Finalmente estructuran el modelo en donde queda en evidencia la importancia del modelamiento matemático en la solución de problemas empresariales. En este caso se llegó rápidamente a una solución asistida por una herramienta informática llamada LINGO. Según sus autores a través del uso de ese tipo de variable fue posible modelar una condición importante del problema que radicaba en la necesidad de no permitir que dos

operaciones se programaran simultáneamente.

De igual forma, Zhang, Nee y Ong (1995) realizaron un modelo de optimización para la planificación y programación de los procesos de remanufactura por medio de un modelo de MILP, donde consideran el proceso de planificación integrada y el problema de programación para un sistema de remanufactura típico. Por otra parte, Sánchez y Puente (2006) utilizaron un modelo de MILP como una herramienta para la planificación de las importaciones en el contexto de una empresa dedicada a la manufactura y venta de componentes de acero.

Asimismo, Kuwano (1996) y Linn y Zhang (1999) realizaron un modelo basado en MILP para la planificación de la producción y distribución en una industria de refrescos, donde implementaron una metodología híbrida que combina la heurística y la simulación. El modelo es utilizado para determinar la cantidad a producir y entregar a cada uno de los clientes. Posteriormente, el modelo de simulación se aplica para capturar la incertidumbre en la tasa de producción. El enfoque híbrido desarrollado es capaz de resolver el tamaño real dentro de un plazo razonable de tiempo y demostrar la aplicabilidad del enfoque propuesto.

Jiménez y Bilbao (2009) y Ramezani, Rahmani y Barzinpour (2012) proponen un modelo para la planificación agregada de producción por medio de MILP, el cual es solucionado mediante herramientas de investigación de operaciones, donde se

obtuvieron resultados computacionales que muestran que estas cifras podrían ser eficientes para problemas a gran escala. De igual forma, Mula, Poler, García-Sabater y Lario (2006) proponen un modelo de planificación de producción para la industria química mediante MILP, el cual busca abarcar toda la cadena de suministro, incorporando como elemento adicional el uso de las diferentes escalas de tiempo existentes entre la producción y la comercialización, en un sistema productivo de multi-planta, cuya demanda de productos considera el origen de los productos suministrados, incluyendo la posibilidad de satisfacer la demanda con producción externa.

Investigaciones de plan maestro de producción

En esta sección se encuentran clasificados 6 artículos del Plan Maestro de Producción (MPS) que, partiendo de las restricciones establecidas en el plan agregado, determina la cantidad a fabricar de cada artículo, así como el momento en que se debe iniciar dicha producción. La jerarquía de planes finaliza con la programación y control de la producción a corto plazo, en la que se procede a asignar la producción a cada centro de trabajo, considerando los tiempos de servicio de los procesos y controlando el correcto cumplimiento de los plazos de entrega (Peidro, Mula, Poler y Verdegay, 2009).

El MPS es la desagregación del Plan Agregado de Producción, ambos planes difieren en su precisión. El Plan Agregado de Producción es un plan macro que

establece el nivel global de producción en términos generales y el Plan Maestro de Producción es un plan micro y detallado que especifica que artículo producir, cuándo y cuánto producir en el corto plazo, concreta el plan agregado tanto en unidades como en tiempo (Sandoval, 2016). En ese sentido, autores como Acevedo y Mejía (2006) realizaron un modelo de programación de la producción que permitía disgregar la información mensual que proporciona la planificación agregada, semana a semana, ya no por familias, sino por productos. El objetivo fue orientado a establecer la mejor asignación y ordenamiento en el tiempo de los recursos compartidos, considerando restricciones del sistema y algún objetivo de fabricación de los productos. Ramezani, Rahmani y Barzinpour (2012) afirma que el MPS permite establecer la planificación de la producción de la gama de productos finales de un sistema productivo, para un horizonte temporal a corto plazo, en cantidad y momento para cada uno.

Por otra parte, Wang y Grubbström (2002); Wang y Liang (2005); Raa, Dullaert, y Aghezzaf (2013); Hees y Reinhart (2015) desarrollaron investigaciones con fin de diseñar MPS bajo incertidumbre de la demanda con el fin de determinar la cantidad a producir y el periodo de ejecución. El diseño de los modelos evalúa el impacto de los factores ambientales y tiene en cuenta las condiciones óptimas del sistema real, medido por el costo y la estabilidad del horario y en segunda instancia tiene en cuenta el tamaño de la

orden del proveedor, donde la flexibilidad es el principal factor que afecta el rendimiento del sistema. Finalmente se obtiene que el fabricante de la política óptima MPS es a menudo ineficaz para el proveedor, lo que resulta en costos totales significativamente mayor que la política óptima del sistema.

Programación de producción por inventarios

En esta sección se establecen 3 artículos cuyo objetivo es encontrar las cantidades óptimas de producción teniendo en cuenta restricciones y políticas de inventarios. El inventario desempeña un papel indispensable en el crecimiento y la supervivencia de una organización en el sentido de que el fracaso en una gestión de inventario eficaz y eficiente significará que la organización perderá clientes y las ventas disminuirán (Riza et al, 2018).

Das, Rickard, Shah y Macchietto (2000) afirma que la producción por inventarios es un puente de unión entre la producción y las ventas. Los inventarios de materia prima dan flexibilidad al proceso de compra de la empresa, comparando la materia prima estrictamente necesaria para mantener el plan de producción, con el cual la empresa puede realizar sus tareas de producción, de compra economizando recursos, y también atendiendo a sus clientes con más rapidez.

Guchhait, Maiti y Maiti (2013) desarrollan un modelo de inventario para dos almacenes de deterioro de artículos con existencias y precio de venta de demanda pendiente, en donde utilizaron la

combinación de diferentes herramientas como la optimización de partículas (PSO) y Algoritmo Genético (GA) una heurística híbrida, que se adoptan para encontrar la solución del modelo planteado.

Por otra parte, Pasandideh, Niaki y Gharaei (2015) realizaron un estudio para encontrar las cantidades óptimas de los productos, de tal modo que se minimizara el costo total de inventario para todos los productos, donde dicho modelo se utiliza con casos prácticos de la producción. El modelo propuesto fue desarrollado en su forma

simplificada, ha demostrado ser de Tipo de programación no lineal, y utilizaron la programación cuadrática secuencial (SQP) con el fin de encontrar cantidades óptimas del comprador. Los resultados de las implementaciones mostraron un buen rendimiento.

Los artículos anteriormente referenciados, los cuales han sido objeto de revisión en cada una de las temáticas tratadas se muestran en un resumen de sus autores en la Tabla 1.

Tabla 1. *Clasificación de temas de estudio por autores.*

TEMA	LITERATURA
Planificación agregada de la producción	Reay-Chen & Liang (2005), Leung & Chang (2009), Baykasoglu & Gocken (2010), Linn & Zhang (1999), Chu (2005) y Liang (2006), Sahin, Robinson & Gao (2008), Pochet (2011), Hashern, Malekly & Aryanezhad (2011), Gansterer, Almeder & Hartl (2014) y Gansterer (2015), Gomes da Silva (2006)
Programación lineal	Graves(1999), Ponsot & Márquez (2000), Nam & Ogender (1992), Sánchez & Puente (2006), Kerzner (2013) Maldonado & Ferreira (2014), Fozel (2007), Seitz & Nyhius (2015), Goerzing Lucke, Lenz, Denner, Lickeffet & Bauernhansl (2015), Takahaski, Onosato & Tanoko (2015), Ortiz & Caicedo (2014), Ramezani, Rahmoni & Barzinpour (2012), Medina, Cruz & Restrepo (2008), Zhang, Ong & Nee (2015); Kumano (2006); Sel, & Bilgen (2014); Pradeñas, Peñailillo & Ferland (2004); Jiménez & Bilbao (2009); CHU, Sydney (2005), Mirzapour, Malekly, & Aryanezhad (2011); Ramezani, Rahmani & Barzinpour (2012). Wang & Liang (2005); Leung & Chan (2009, Das & Patnaik (2015); Dumetz, Gaudreault; Thomas & Marier; Lehoux & Haouzi (2015), Bakhrankova, Midthun & Uggen, (2014), Seitz & Nyhuis (2015), Goerzig, Lucke, Lenz, Denner, Lickefett & Bauernhansl (2015); Jiménez & Bilbao (2009) y Timpe & Kalltrath (2011).
Plan maestro de producción	Yangez (2007), Acevedo & Mejía (2006) Tang (2002), Lian (2008), Robinson & Gao (2008), Hees & Reinhart (2015)
Programación de producción por inventarios	Finney & Miller (1999), Guchhait & Maiti (2013), Pasandideh & Gharaei (2015)

CONCLUSIONES

El análisis de contenido realizado al tema de planificación de la producción muestra que las investigaciones han aumentado considerablemente en los últimos años, siendo el 2014 y 2015 los más relevantes y se observa que se ha utilizado esta metodología en los diferentes sectores de la industria con el objetivo de definir el volumen y el momento de fabricación de los productos, estableciendo un equilibrio entre la producción y la capacidad a los distintos niveles y buscando la competitividad deseada.

Además, se observa que la PL es el método más utilizado por varios autores para la planificación de la producción abarcando un 60% de las investigaciones consultadas, por su sencillez los modelos de PL son utilizados para la solución de algunos problemas relacionados con varias ciencias y ha permitido a empresas y organizaciones reducir costos y aumentar rentabilidad. También se evidencia que la cantidad de investigaciones que utilizan el método de planificación de la producción por inventarios es baja, debido a su complejidad en cuanto al diseño de modelos que contengan este factor.

Asimismo, la revisión literaria muestra que las investigaciones de PL presentan una metodología de aplicación muy parecida para los diversos campos de la industria, en el cual se trata de minimizar o maximizar un objetivo que está sujeto a una lista de restricciones, como materia prima, maquinaria, costos de producción,

disponibilidad mano de obra, los cuales proporcionan la información necesaria para alimentar los modelos y llegar a las soluciones deseadas.

También, las investigaciones relacionadas con la planificación agregada han tenido gran importancia por los aportes que se han realizado desde el año 2005 hasta la actualidad y el cual sigue siendo objeto de estudio. Estos trabajos disponen de una opción ventajosa y relativamente nueva a la hora de realizar un modelo integrado de planificación agregada y evaluar estas propuestas junto con las opciones de la subcontratación, del uso de horas extras, de recurrir a ampliar o reducir la planilla laboral con empleos y despidos respectivamente, de los modelos clásicos, para encontrar una solución óptima en cuanto a los diferentes criterios de evaluación que se plantean.

De acuerdo con lo anterior los modelos de programación lineal son los más importantes para resolver el problema de la planificación agregada por la versatilidad y calidad de los resultados que ofrecen [69]. Esta afirmación puede corroborarse al revisar las publicaciones científicas de los últimos años en las que se ha hecho un uso extendido de estas metodologías, seguido de los métodos de la regla de decisión lineal (LDR).

Adicionalmente, se evidenció que para la solución de los modelos diseñados a través de herramientas como la programación lineal se hace uso de software como LINGO, que permiten establecer de formas

óptima los requerimientos de la producción. De igual manera en la actualidad existen diferentes alternativas de Sistemas de Gestión de la Producción, acorde a las características propias del proceso productivo (variedad, volumen de producción, complejidad del producto, nivel técnico y tecnológico, etc.), cuyo objetivo es controlar el proceso de producción dentro del sistema empresarial. En general las investigaciones en la planificación de la producción fundamentan que las empresas deben Planear la producción porque trae muchas ventajas como son la determinación del número de unidades a producir en un período, el cálculo de las necesidades de mano de obra, materia prima, maquinaria y equipo, con base en lo producido en períodos anteriores, el cumplimiento de los pedidos para las fechas estipuladas, las

compras de materia prima teniendo como base las existencias de la materia prima necesaria para la producción estimada y los recursos económicos para financiar la producción.

En general al revisar la literatura de la evolución de los sistemas de producción, se identifica una tendencia de estas filosofías hacia la auto organización de sus elementos y la gestión horizontal. En este sentido, emerge una nueva generación de esquemas de fabricación que promueven la sinergia entre los eslabones de la cadena de producción, de manera de aprovechar la máxima capacidad de todos los involucrados al menor costo posible a través de la construcción de sistemas informáticos, que modelan la situación real de trabajo y que en muchos casos también colaboran con la labor logística y operacional de las fábricas.

REFERENCIAS

- Acevedo, J. & Mejía, G. (2006). Programación reactiva y robusta de la producción en un ambiente sistema de manufactura flexible: llegada de nuevas órdenes y cambios en la prioridad de las órdenes de trabajo. Universidad de los Andes, *Memos de Investigación*, <http://dspace.uniandes.edu.co/xmlui/handle/1992/848>
- Anderson, D. R. S. et al. (2011). *Quantitative methods for business*. CENGAGE Learning.
- Bakhrankova, K., Midthun, K. T., y Uggen, K. T. (2014). Stochastic optimization of operational production planning for fisheries. *Fisheries Research*, 157, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.03.018>
- Bakhrankova, K., Midthun, K. y Uggen, K. T. (2014). Stochastic optimization of operational production planning for fisheries. *Fisheries Research*, 157, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.03.018>
- Balaguer, E. P. y Márquez, V. (2000). Modelo de programación lineal de la producción, integrado en un sistema computarizado de producción, inventario y ventas industrial. *Economía*, 25(16), 73-90. <http://iies.faces.ula.ve/Revista/Articulos/Revista16/Pdf/Rev16Ponsot.pdf>
- Bardin, L. (1991). *Análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal.
- Baykasoglu, A. y Gocken, T. (2010). Multi-objective aggregate production planning with fuzzy parameters. *Advances in Engineering Software*, 41(9), 1124-1131. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2010.07.002>
- Belsnes, M. M., Wolfgang, O., Follestad, T., y Aasgård, E. K. (2016). Applying successive linear programming for stochastic short-term hydropower optimization. *Electric Power Systems Research*, 130, 167-180. <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2015.08.020>
- Cheraghalikhanian, A., Khoshalhana, F. and Mokhtarib, H. (2019). Aggregate production planning: A literature review and future research directions. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 10, 309-330. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2018.6.002>
- Chu, S. C. (1995). A mathematical programming approach towards optimized master production scheduling. *International Journal of Production Economics*, 38 (2), 269-279. [https://doi.org/10.1016/0925-5273\(95\)00015-G](https://doi.org/10.1016/0925-5273(95)00015-G)
- Cuatrecasas, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Editorial Díaz de Santos.
- Das, B. P., Rickard, J. G., Shah, N. y Macchietto, S. (2000). An investigation on integration of aggregate production planning, master production scheduling and short-term production scheduling of batch process operations through a common data model. *Computers & Chemical Engineering*, 24(2), 1625-1631. [https://doi.org/10.1016/S0098-1354\(00\)80014-9](https://doi.org/10.1016/S0098-1354(00)80014-9)
- Das, S. y Patnaik, A. (2015). *Production planning in the apparel industry*. *Garment Manufacturing Technology*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Das, S., & Patnaik, A. (2015). Production planning in the apparel industry. *Garment Manufacturing Technology*, 81. <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-232-7.00004-7>
- Dumetz, L., Gaudreault, J., Thomas, A., Marier, P., Lehoux, N., y el-Haouzi, H. (2015). A simulation framework for the evaluation of production planning and order management

- strategies in the sawmilling industry. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 622-627. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.151>
- Gansterer, M., Almeder, C., & Hartl, R. F. (2014). Simulation-based optimization methods for setting production planning parameters. *International Journal of Production Economics*, 151, 206-213. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.016>
- Goerzig, D., Lucke, D., Lenz, J., Denner, T., Lickefett, M., & Bauernhansl, T. (2015). Engineering Environment for Production System Planning in Small and Medium Enterprises. *Procedia CIRP*, 33, 111-114. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.021>
- Gligorić, M., Gligorić, Z., Beljić, C., Lutovac, S. & Damnjanović, V. (2019). Long-Term Room and Pillar Mine Production Planning Based on Fuzzy 0-1 Linear Programming and Multicriteria Clustering Algorithm with Uncertainty. *Mathematical Problems in Engineering*, 1-26. <https://doi.org/10.1155/2019/3078234>
- Guchhait, P., Maiti, M. K. y Maiti, M. (2013). Production-inventory models for a damageable item with variable demands and inventory costs in an imperfect production process. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.02.002>
- Guchhait, P., Maiti, M. K. y Maiti, M. (2013). Production-inventory models for a damageable item with variable demands and inventory costs in an imperfect production process. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 180-188. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.02.002>
- Hees, A. y Reinhart, G. (2015). Approach for Production Planning in Reconfigurable Manufacturing Systems. *Procedia CIRP*, 33, 70-75. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.014>
- Herrera, L.A y Martínez, C.R. (2011). *Planeación y control de la producción: Administración de la cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- Jiménez, M. y Bilbao, A. (2009). Pareto-optimal solutions in fuzzy multi-objective linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(18), 2714-2721. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2008.12.005>
- Jiménez, M., & Bilbao, A. (2009). Pareto-optimal solutions in fuzzy multi-objective linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(18), 2714-2721. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2008.12.005>
- Kerzner, H. R. (2002). *Strategic planning for project management using a project management maturity model*. EE.UU: John Wiley & Sons.
- Kerzner, H. R. (2013). *Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling*. EE.UU: John Wiley & Sons.
- Khoshalhan, F. y Khani, A. C. (2012). An Integrated Model of Aggregate Production Planning with Maintenance Costs. *International Journal of Industrial Engineering*, 23(1), 67-77. <http://ijiepm.iust.ac.ir/article-1-860-en.pdf>
- Krippendorff, K. (2012). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology (3rd ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Kuwano, H. (1996). On the fuzzy multi-objective linear programming problem: Goal programming approach. *Fuzzy Sets and Systems*, 82(1), 57-64. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(95\)00231-6](https://doi.org/10.1016/0165-0114(95)00231-6)
- Leung, S. C. y Chan, S. S. (2009). A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint. *Computers & Industrial Engineering*, 56(3), 1053-1064. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.09.017>
- Leung, S. C., & Chan, S. S. (2009). A goal programming model for aggregate production planning with resource utilization constraint. *Computers & Industrial Engineering*, 56 (3), 1053-1064. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.09.017>

- Liang, T. F. (2006). Distribution planning decisions using interactive fuzzy multi-objective linear programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 157(10), 1303-1316. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2006.01.014>
- Liang, T. F. (2008). Fuzzy multi-objective production/distribution planning decisions with multi-product and multi-time period in a supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 55(3), 676-694. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2008.02.008>
- Linn, R. y Zhang, W. (1999). Hybrid flow shop scheduling: a survey. *Computers & industrial engineering*, 37(1), 57-61. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(99\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(99)00023-6)
- Linn, R., & Zhang, W. (1999). Hybrid flow shop scheduling: a survey. *Computers & industrial engineering*, 37(1), 57-61. [https://doi.org/10.1016/S0360-8352\(99\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0360-8352(99)00023-6)
- Maldonado, M., Rangel, S., y Ferreira, D. (2014). A study of different subsequence elimination strategies for the soft drink production planning. *Journal of applied research and technology*, 12(4), 631-641. [https://doi.org/10.1016/S1665-6423\(14\)70080-X](https://doi.org/10.1016/S1665-6423(14)70080-X)
- Miller, A. J. y Wolsey, L. A. (2003). Tight formulations for some simple mixed integer programs and convex objective integer programs. *Mathematical Programming*, 98(1-3), 73-88. <https://doi.org/10.1007/s10107-003-0397-3>
- Mirzapour Al-E-Hashem, S. M. J., Malekly, H., & Aryanezhad, M. B. (2011). A multi-objective robust optimization model for multi-product multi-site aggregate production planning in a supply chain under uncertainty. *International Journal of Production Economics*, 134(1), 28-42. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.01.027>
- Morales, Y. L. et al. (2009). Modelamiento y simulación del proceso de producción de azúcar a partir de caña en un ingenio azucarero colombiano aplicando lenguajes de programación de alto nivel. *Revista ION*, 22(1). <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaion/article/view/195/962>
- Mula, J., Poler, R. Garcia-Sabater, J. P. y Lario, F. C. (2006). Models for production planning under uncertainty: A review. *International journal of production economics*, 103(1), 271-285. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.09.001>
- Munier, N. J. (1986). *Aplicaciones de la programación lineal*. Buenos Aires. Buenos Aires: Astrea.
- Neuendorf, K. A. (2017). *The Content Analysis Guidebook, 2th edition*. Thousand Oaks, CA, USA: SAGE Publications.
- Noguero, F.L. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. XXI. *Revista de educación*, (4), 167-180. <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf>
- Ouyang, L. Y., & Chang, C. T. (2013). Optimal production lot with imperfect production process under permissible delay in payments and complete backlogging. *International Journal of Production Economics*, 144(2), 610-617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.04.027>
- Pasandideh, S. H. R., Niaki, S. T. A. y Gharaei, A. (2015). Optimization of a multiproduct economic production quantity problem with stochastic constraints using sequential quadratic programming. *Knowledge-Based Systems*, 84, 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2015.04.001>
- Peidro, D., Mula, J., Poler, R. y Verdegay, J. L. (2009). Fuzzy optimization for supply chain planning under supply, demand and process uncertainties. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(18), 2640-2657. <https://doi.org/10.1016/j.fss.2009.02.021>
- Poles, R. (2013). System Dynamics modelling of a production and inventory system for remanufacturing to evaluate system improvement strategies. *International Journal of*

- Production Economics*, 144 (1), 189-199.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.02.003>
- Poles, R. (2013). System Dynamics modelling of a production and inventory system for remanufacturing to evaluate system improvement strategies. *International Journal of Production Economics*, 144(1), 189-199.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.02.003>
- Pradenas, L., Peñailillo, F. y Ferland, J. (2004). Aggregate production planning problem. *Electronic Notes in Discrete Mathematics*, 18, 193-199.
<https://doi.org/10.1016/j.endm.2004.06.031>
- Raa, B., Dullaert, W. y Aghezzaf, E. H. (2013). A matheuristic for aggregate production-distribution planning with mould sharing. *International Journal of Production Economics*, 145(1), 29-37.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.01.006>
- Ramezani, R., Rahmani, D. y Barzinpour, F. (2012). An aggregate production planning model for two phase production systems: Solving with genetic algorithm and tabu search. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 1256-1263.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.134>
- Ramezani, R., Rahmani, D. y Barzinpour, F. (2012). An aggregate production planning model for two phase production systems: Solving with genetic algorithm and tabu search. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 1256-1263.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.134>
- Ramezani, R., Rahmani, D., & Barzinpour, F. (2012). An aggregate production planning model for two phase production systems: Solving with genetic algorithm and tabu search. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 1256-1263.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.07.134>
- Render, B. y Heizer, J. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*, 9na edición. México: Edit. Hall Hispanoamericana Edic. 1ra.
- Roghanian, E., Sadjadi, S. J., y Aryanezhad, M. B. (2007). A probabilistic bi-level linear multi-objective programming problem to supply chain planning. *Applied Mathematics and computation*, 188(1), 786-800.
<https://doi.org/10.1016/j.amc.2006.10.032>
- Riza M. , Purba H. H. & Mukhlisin (2018). The implementation of economic order quantity for reducing inventory cost. *Research in Logistics & Production*, 8(3), 207-216.
<https://doi.org/10.21008/j.2083-4950.2018.8.3.1>
- Sahin, F., Robinson, E. P., & Gao, L. L. (2008). Master production scheduling policy and rolling schedules in a two-stage make-to-order supply chain. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 528-541.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2008.05.019>
- Sánchez, C. C. y Puente, M. M. (2006). Formulación de un modelo de programación lineal entera mixta para el departamento de las importaciones en régimen aduanero definitivo para una Empresa de Producción. *Industrial Data*, 9(2), 033-038.
<https://doi.org/10.15381/idata.v9i2.5864>
- Sandoval, F. (2016). *Diseño de un sistema para la mejora de la cadena de abastecimiento en el sector: industria azucarera, utilizando la herramienta: "MPS (master production schedule)"*, para la mejora de la competitividad empresarial. Tesis de Pregrado. Universidad Dr. José Matías Delgado, El Salvador.
- Seitz, K. F. y Nyhuis, P. (2015). Cyber-Physical Production Systems Combined with Logistic Models—A Learning Factory Concept for an Improved Production Planning and Control. *Procedia CIRP*, 32, 92-97.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.220>
- Silver, E. A., Pyke, D. F. y Peterson, R. (1998). *Inventory management and production planning and scheduling*. New York: Wiley.
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1997). *Production: planning, control, and integration*. México:

- McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics.
- Sun, D., Huang, R., Chen, Y., Wang, Y., Zeng, J., Yuan, M., Pong, T. and Qu, H. (2020). PlanningVis: A Visual Analytics Approach to Production Planning in Smart Factories. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(1), 579-589. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2934275>
- Taha, H.A. (2008). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson.
- Takahashi, K., Onosato, M. y Tanaka, F. (2015). A comprehensive approach for managing feasible solutions in production planning by an interacting network of Zero-Suppressed Binary Decision Diagrams. *Journal of Computational Design and Engineering*, 2(2), 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.12.005>
- Tang, O. y Grubbström, R. W. (2002). Planning and replanning the master production schedule under demand uncertainty. *International journal of production economics*, 78(3), 323-334. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00100-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00100-6)
- Valencia, J., Lambán, M., & Royo, J. (2014). Desarrollo de un modelo para determinar el lote óptimo de producción mediante programación no lineal y propuesta de su resolución con una hoja de cálculo. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (72), 134-144. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/15545/17222>
- Viveros, G. y Salazar, T. (2010). *Administración de la producción como ventaja competitiva*. México: McGraw-Hill.
- Viveros, R., & Salazar, E. (2010). Modelo de Planificación de Producción para un Sistema Multiproducto con Múltiples Líneas de Producción. *Revista Ingeniera de Sistemas*, 24. <http://www.dii.uchile.cl/~ris/RISXXIV/Viveros89.pdf>
- Wang, R. C. y Liang, T. F. (2005). Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning. *International Journal of Production Economics*, 98(3), 328-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.09.011>
- Wang, R. C., & Liang, T. F. (2004). Application of fuzzy multi-objective linear programming to aggregate production planning. *Computers & Industrial Engineering*, 46(1), 17-41. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2003.09.009>
- Wang, R. C., & Liang, T. F. (2005). Applying possibilistic linear programming to aggregate production planning. *International Journal of Production Economics*, 98(3), 328-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2004.09.011>
- Zaidman-Zait, A. (2014). Content Analysis. In: Michalos A.C. (eds) *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research*. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_552
- <https://dx.doi.org/10.4135/9781071802878>
- Zhang, R., Ong, S. K., y Nee, A. Y. C. (2015). A simulation-based genetic algorithm approach for remanufacturing process planning and scheduling. *Applied Soft Computing*, 37, 521-532. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.08.051>
- Zhang, Y. F., Nee, A. Y. C. y Ong, S. K. (1995). A hybrid approach for set-up planning. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 10(3), 183-190. <https://doi.org/10.1007/BF01179346>
- Zotelo, Y.; Mula, J.; Díaz-Madroñero, M.; González, E. (2017). Plan maestro de producción basado en programación lineal entera para una empresa de productos químicos. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, Sevilla, 24, 147-168. <https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/2885>

Autores

Julián Silva Rodríguez. Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería Industrial. Docente-Investigador, Grupo de Investigación en Gestión Integral de los Servicios y Productividad Agroindustrial (GISPA), Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomás, Tunja, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7497-8632>

Email: julian.silva@usantoto.edu.co

Sandra Lazo Jiménez. Ingeniero Industrial, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

Email: splazo@uniboyaca.edu.co

Daniela Palencia Molina. Ingeniero Industrial, Universidad de Boyacá, Tunja, Colombia.

Email: danpalencia@uniboyaca.edu.co

Mayra D'Armas Regnault. Ingeniero Industrial, Magíster en Ingeniería Industrial, Doctora en Ingeniería de la Producción. Profesora Universidad Estatal de Milagro, Ecuador.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6288-1566>

Email: mdarmasr@unemi.edu.ec

Recibido: 18-01-2020

Aceptado: 24-03-2020

Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias

Normas para Publicación

La Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*” tiene como objetivo divulgar resultados de investigaciones en las áreas de ingeniería de métodos, ergonomía, productividad y calidad, investigación de operaciones, sistemas de producción e inventarios, logística, cadenas de suministro, simulación, estadística aplicada, y en general aquellos temas en los cuales la Ingeniería Industrial converge con otras ciencias.

La Revista acepta trabajos que puedan ser incluidos en las siguientes secciones: Artículos de Investigación, Artículos de Divulgación (de interés general), Información y/o Resumen de Eventos Académicos relacionados con la Ingeniería Industrial y Reseñas Bibliográficas, Notas Técnicas o Estados del Arte, relacionados con Ingeniería Industrial.

Todos los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español, inglés o portugués, y no estar en proceso de arbitraje por otras revistas. Si el trabajo se presentó en algún evento científico o similar, se deben suministrar los detalles correspondientes (nombre completo, fecha, lugar, institución organizadora).

Aspectos Formales

-**Título:** breve y claro

-**Datos del Autor o Autores:** presentar los nombres completos de los autores y su afiliación institucional, agregando al artículo una página *aparte* que contenga: títulos, autor(es), correo(s) electrónico(s), institución de procedencia, ciudad, una breve reseña curricular de cada uno de los autores que no exceda las 50 palabras e incluir el resumen del trabajo, indicando la sección en la que propone su publicación. Los autores deben presentar su ORCID (“*Open Researcher and Contributor ID*”, <https://orcid.org/>).

-**Redacción adecuada.** Escrito en Mayúsculas y minúsculas, según reglas gramaticales y en tercera persona.

-**Ortografía.** No presentar faltas de ortografía. Cuidar la acentuación y puntuación.

Especificaciones del Formato

-Tamaño del papel y márgenes: carta, márgenes superior e inferior 2,5 cm., izquierdo y derecho 3 cm.

-Tipo de letra **Times New Roman**, tamaño 12, justificado, un espaciado (6 puntos) entre párrafos, sin sangría e interlineado doble.

-**Extensión:** no menor de diez ni mayor de 30 páginas.

-**Ilustraciones:** el artículo puede contener cualquier tipo de ilustración (fotografía, dibujo, gráfico, cuadro o tabla, y deberá llevar su debida identificación y referencia previa. Las fotos deben contener pie de foto explicativo, y cualquier tipo de imagen debe ser de alta calidad en formatos TIFF o JPG. Los dibujos o esquemas deben ser en original, y ser incrustados como imágenes no editables dentro del texto (evitar imágenes producidas por la agregación de múltiples objetos).

Estructura del Contenido**Artículos de Investigación**

Resumen en español (o portugués) e inglés (Abstract): debe contener los aspectos básicos del artículo: planteamiento del problema, metodología usada y breve reseña de los resultados. El número de palabras no debe exceder de 250.

a. **Introducción:** señalar en qué consiste el trabajo completo, su objetivo, antecedentes, estado actual del problema e hipótesis del estudio.

b. **Metodología:** describir en forma precisa el procedimiento realizado para comprobar la hipótesis y los recursos empleados en ello.

c. **Resultados:** expresar el producto del trabajo con claridad; se pueden presentar también datos de medición o cuantificación.

d. **Discusión:** interpretar los resultados de acuerdo con estudios similares, enunciar ventajas del estudio, sus aportaciones, evitando adjetivos que elogien los resultados.

e. **Conclusiones:** precisar qué resultados se obtuvieron y si permitieron verificar la hipótesis, plantear perspectivas del estudio, la aplicación de los resultados.

f. **Referencias bibliográficas:** enlistar en orden alfabético las principales fuentes bibliográficas consultadas y citadas, siguiendo las normas de la APA. Cuanto sea aplicable, debe incluir el DOI (*Digital Object Identifier*).

Artículos de Divulgación

Corresponde a artículos de temas relevantes de ciencia, tecnología, entre otros, que van dirigidos al público profesional y académico, por lo que deben ser escritos en lenguaje claro y accesible. La presentación del contenido dependerá de la naturaleza del tema, sin embargo, se recomienda la estructura general del artículo de investigación. Se establece hasta un máximo de tres autores para artículos de revisión documental, en general para aquellos que no contemplen investigación experimental o análisis de datos cuantitativos.

En general, las normas de redacción, presentación de tablas y gráficos, uso de citas de cualquier tipo, señalamientos de autores, referencias bibliográficas y electrónicas y otros aspectos editoriales deben ajustarse a las Normas de la “*American Psychological Association*” (APA). Como orientación para los autores en la presentación de las referencias bibliográficas, a continuación, se presentan los casos más usados:

Libro:

Gutiérrez, H. (2005). *Calidad Total y Productividad*. México: McGraw-Hill.

Revista (Publicaciones periódicas):

Guerra, V. y Arends, P. de (2008). Medición de la Imagen Institucional de un Postgrado Universitario. *Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*, 1(1), 10-20. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/>

Instrucciones de Envío

Para enviar un artículo es necesario que el documento cumpla estrictamente con los lineamientos de formato y de contenido anteriormente especificados. **No se aceptarán trabajos que no cumplan con las normas establecidas en este documento.** Deben enviarse tres (3) ejemplares del trabajo a la siguiente dirección: Comité Editorial de la Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*”, Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Avenida Universidad, Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela; Código Postal 2005. Teléfono: (58)-424-4194096

De los tres (3) ejemplares, dos (2) deben venir sin identificación para ser asignados al Comité de Arbitraje de la Revista. El trabajo debe enviarse grabado en un (1) CD. También, se aceptarán trabajos a través de la siguiente dirección electrónica: revistaiaynt@gmail.com, con copia a revistaiaynt@uc.edu.ve.

Sistema de arbitraje

Todos los trabajos a publicarse se someterán a un proceso de evaluación anónima (revisión ciega) por parte de especialistas (revisión por pares), donde participan evaluadores externos. Antes de enviar el trabajo (sin identificación) al Comité Científico para el proceso de arbitraje, el Comité Editorial revisa el cumplimiento de los requisitos de forma y el ajuste a los objetivos de la Revista, por lo que podrá realizar correcciones gramaticales y modificaciones literarias, que no alteren el sentido sin consultar con el autor.

De acuerdo con el formato establecido, el Comité Científico podrá dictaminar si el trabajo es: Publicado sin correcciones, Publicado después de correcciones, Publicado después de corregir extensivamente y No publicar. Una vez realizado el arbitraje por parte del Comité Científico, el Comité Editorial recopila los resultados y los envía a los autores. Cualquier controversia en el dictamen será resuelta por el Comité Editorial.

Generalidades

Los contenidos de los trabajos que aparecen en la Revista “*Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*” son de la entera responsabilidad de sus autores. De ser aceptado el trabajo, el autor principal recibirá tres (03) y los co-autores dos (02) ejemplares del número de la Revista en la cual haya sido publicado su trabajo; o, la versión digital vía correo electrónico.

Los artículos publicados en la Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*” son de su propiedad, por lo que se reserva los derechos de distribución de los contenidos. Podrán ser reproducidos con autorización escrita del Editor.

La Revista “*Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*” es de distribución gratuita. Para su canje contactar al Comité Editorial revistaiaynt@gmail.com, <revistaiaynt@uc.edu.ve>.

Comité Editorial
Diciembre, 2020