

Editorial

Artículos de investigación

- **Análisis multicriterio para la selección de un Plan Agregado de Producción considerando el Factor Humano** 7-26
Multi-criteria analysis to select an Aggregate Production Plan considering the Human Factor
Luciana Tabone, Ignacio Boloquy, Verónica Mortara, Antonio Morcela, Jacqueline Bonoure
- **Avaliação da percepção de valor do cliente de jornais digitais: estudo de caso de uma empresa jornalística na região sul do Brasil** 27-52
Assessment of customer value of digital newspapers: case study of a journalistic company in southern Brazil
Léo Vander Chaves Lima, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco
- **Incorporación de tecnologías de industria 4.0 en la formación de ingenieros: un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0** 53-72
Incorporation of industry 4.0 technologies in the training of engineers: a manufacturing laboratory with a 4.0 focus
Lisaura Rodríguez Alvarado, Jesús Loyo Quijada, Miguel López Ontiveros, Enrique Ávila Soler y Sergio García Carranco
- **Análisis de normativas de gestión de la mejora organizativa en función de su aplicabilidad a las funciones sustantivas universitarias** 73-94
Analysis of organizational improvement management regulations based on their applicability to substantive university functions
María Stella Stradi Granados

Artículos de divulgación

- **El núcleo duro del liderazgo en el contexto de las decisiones directivas. Los elementos generales que definen al líder** 97-114
The hard core of leadership in the context of managerial decisions. The general elements that define the leader.
Adolfo Acevedo Borrego, Martha Linares Barrantes, Orestes Cachay Boza
- **Comparación de los Métodos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados** 115-124
Analysis of multiple comparison methods of mean least significant difference (LSD) and Dunnett for balanced experiments using simulated samples
Eduardo Vargas Cano, Edwin Vargas Cano

- Normas para publicación** 125-126

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



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: revistaiiynt@gmail.com, revistaiiynt@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 15, Vol. VIII, N° 28, Junio 2022

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	
- Análisis multicriterio para la selección de un Plan Agregado de Producción considerando el Factor Humano	7-26
<i>Multi-criteria analysis to select an Aggregate Production Plan considering the Human Factor</i>	
Luciana Tabone, Ignacio Boloquy, Verónica Mortara, Antonio Morcela, Jacqueline Bonoure	
- Avaliação da percepção de valor do cliente de jornais digitais: estudo de caso de uma empresa jornalística na região sul do Brasil	27-52
<i>Assessment of customer value of digital newspapers: case study of a journalistic company in southern Brazil</i>	
Léo Vander Chaves Lima, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco	
- Incorporación de tecnologías de industria 4.0 en la formación de ingenieros: un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0	53-72
<i>Incorporation of industry 4.0 technologies in the training of engineers: a manufacturing laboratory with a 4.0 focus</i>	
Lisaura Rodríguez Alvarado, Jesús Loyo Quijada, Miguel López Ontiveros, Enrique Ávila Soler y Sergio García Carranco	
- Análisis de normativas de gestión de la mejora organizativa en función de su aplicabilidad a las funciones sustantivas universitarias	73-94
<i>Analysis of organizational improvement management regulations based on their applicability to substantive university functions</i>	
María Stella Stradi Granados	
Artículos de divulgación	
- El núcleo duro del liderazgo en el contexto de las decisiones directivas. Los elementos generales que definen al líder	97-114
<i>The hard core of leadership in the context of managerial decisions. The general elements that define the leader.</i>	
Adolfo Acevedo Borrego, Martha Linares Barrantes, Orestes Cachay Boza	
- Comparación de los Métodos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados	115-124
<i>Analysis of multiple comparison methods of mean least significant difference (LSD) and Dunnett for balanced experiments using simulated samples</i>	
Eduardo Vargas Cano, Edwin Vargas Cano	
Normas para publicación	125-126

EDITORIAL

EDITORIAL

Todos los problemas se resuelven con...

Ingeniería y más ingeniería!

De acuerdo con el Instituto de Ingenieros Industriales y de Sistemas «Institute of Industrial and Systems Engineers» (IISE), organización profesional dedicada al apoyo de la ingeniería industrial y de las personas que participan en la mejora de la calidad y la productividad, la Ingeniería Industrial se ocupa del diseño, mejora e instalación de sistemas integrados de personas, materiales, información, equipos y energía; se basa en conocimientos especializados y habilidades en ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar los resultados que normalmente se obtienen de tales sistemas (IIE, 2021, <https://www.iise.org/>).

Así, refiriéndose al caso venezolano, pero fácilmente extrapolable al contexto latinoamericano, el economista y profesor universitario Daniel Cadenas (@macro_dc) expresa que los problemas de eficiencia, productividad y ventas de las empresas, se resuelven con ingeniería y más ingeniería. Estas consideraciones, primero planteadas en la red social Twitter, pero divulgadas y ampliadas también en portales como Banca y Negocios (26-junio, 2022; bancaynegocios.com, @bancaynegocios), entre otros, vuelven a poner en la palestra el rol que tienen los ingenieros industriales en la solución de los problemas que se presentan en los escenarios actuales.

En este número 28 correspondiente al primer semestre de 2022, se presentan temas tan diversos como integrales. Desde Argentina, Tabone y otros, abordan la selección de alternativas para el plan de producción aplicando el Proceso Analítico Jerárquico considerando el factor humano; desde Brasil, Lima y Tinoco, analizan la percepción de valor por parte de los clientes de prensa digital. Por su parte, Rodríguez y otros, desde México, plantean la incorporación de tecnologías de industria 4.0 en la formación de ingenieros mediante la implementación de un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0; mientras que, desde Costa Rica, Stradi, analiza el marco normativo de gestión de la mejora organizativa en función de su aplicabilidad a las funciones universitarias. Desde

Perú, Acevedo y otros, abordan las habilidades blandas como el liderazgo, identificando los elementos generales que definen al líder, y enfocando el núcleo duro del liderazgo en el contexto de las decisiones directivas; y finalmente, desde Venezuela, Vargas y Vargas, analizan métodos de comparación múltiple de medias de tratamientos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados, según su potencia muestral observada, usando muestras simuladas.

Agradecimiento a todos los investigadores que hicieron posible este número, no solo los autores, sino nuestros colaboradores que aportaron su valiosa contribución como pares evaluadores. Seguimos trabajando para mantener este órgano de divulgación científica «vivo», y esperamos mejorar nuestra gestión con el aporte de cada uno de ustedes.

Por el Comité Editorial

Dr. Agustín Mejías Acosta

Junio, 2022



Signatory of
DORA

Análisis multicriterio para la selección de un Plan Agregado de Producción considerando el Factor Humano

Multi-criteria analysis to select an Aggregate Production Plan considering the Human Factor

Luciana Tabone, Ignacio Boloquy, Verónica Mortara, Antonio Morcela, Jacqueline Bonoure

Palabras clave: Plan Agregado de Producción, Toma de Decisiones Multicriterio, Proceso Analítico de Jerarquías, Factor Humano

Key words: Aggregate Production Plan, Multi-criteria Decision Making, Analytical Hierarchy Process, Human Factor

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo seleccionar el mejor Plan Agregado de Producción en una empresa del rubro electromecánico de Argentina mediante la aplicación del Proceso Analítico de Jerarquías. Para la selección de las alternativas propuestas se definen como criterios más relevantes al factor humano, el costo, el plan de producción, el inventario y la subcontratación. Este trabajo plantea una aplicación de un modelo multicriterio para la selección de un Plan Agregado de Producción, evaluando el factor humano junto con los criterios de decisión convencionales. Este método permite la selección de un plan considerando criterios y subcriterios de selección, de acuerdo con las prioridades estratégicas del área productiva y de la empresa. Como resultado, el factor humano es el criterio más importante y la Alternativa 1 la mejor para el modelo propuesto. Esta alternativa adopta una estrategia de nivelación de la mano de obra, tratando de abastecer la totalidad de la demanda con una fuerza de trabajo constante durante todo el periodo de planificación.

ABSTRACT

The objective of this work is to select the best Aggregate Production Plan in an electromechanical company in Argentina by applying the multi-criteria method for the decision-making Analytical Hierarchy Process. For the selection of the proposed alternatives, the most relevant criteria are defined as the human factor, cost, production plan, inventory and subcontracting. This work provides an application of a multicriteria model for the selection of an Aggregate Production Plan, evaluating the human factor together with the conventional decision criteria. This method allows the selection of a feasible plan in a simple way, considering selection criteria and sub-criteria, according to the strategic priorities of the production area and the company. In this case, the human factor turns out to be the most important criterion when selecting the Aggregate Plan and Alternative 1 the best for the proposed model. This alternative adopts a strategy of leveling the workforce, trying to supply the entire demand with a constant workforce throughout the planning period.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la producción es un proceso clave en los sistemas de producción, que busca planear y coordinar efectiva y eficientemente las operaciones de manera tal que se cumplan los objetivos de las empresas (Tirkolae, Goli & Weber, 2019). En consecuencia, la correcta planificación de las operaciones, asociadas a la producción u obtención de bienes, constituye uno de los grandes retos de las empresas manufactureras. Sin una planificación integrada no es posible gestionar de manera adecuada el sistema de producción (Motoa, Osorio & Orejuela, 2013; Caicedo-Rolón, Criado-Alvarado & Morales-Ramón, 2019). Para lograr esta integración, es necesario desarrollar los procesos de planificación y control de la producción bajo un enfoque jerárquico (Domínguez, García, Domínguez, Ruiz & Álvarez, 1995; Arango, Vergara & Gaviria, 2010; Jamalnia, Yang, Feili, Xu & Jamali, 2019). Este enfoque, permite coordinar los objetivos, planes y actividades de los niveles estratégico, táctico y operativo (Rasmi, Kazan & Türkay, 2019). Significa que los planes de cada nivel persiguen sus propias metas, pero teniendo en cuenta los objetivos de nivel superior de las cuales dependen y los del nivel inferior en los que actúan como factor restrictivo (Sánchez & Garrido, 2013).

El Plan Agregado, es un plan de producción a mediano plazo que busca traducir de forma más detallada el Plan Estratégico de la empresa. Su principal objetivo es satisfacer la demanda fluctuante

durante el horizonte de planificación y lograr la satisfacción del cliente (Gansterer, 2015; Ahmed, Biswas & Nundy, 2019). De una forma más específica es una fuente importante para la planificación de los niveles de inventario, el flujo de efectivo, las necesidades de recursos humanos, necesidades de capital, niveles de producción, capacidad y subcontratación para el horizonte de tiempo considerado (Kumar & Haq, 2005; Reyes & Molina, 2014; Mehdizadeh, Niaki & Hemati, 2018).

La dinámica y complejidad del entorno actual hace que una eficaz Planificación Agregada sea considerada clave para el éxito de una empresa productiva (Ahmed et al., 2019). Es por ello, que la toma de decisiones respecto al mejor plan de producción ha tomado relevancia para su competitividad y supervivencia futura. La complejidad radica en la cantidad de variables y restricciones a considerar (Cheraghalikhani, Khoshalhan & Mokhtari, 2019; Caicedo-Rolón et al., 2019). Los objetivos tradicionales que persigue la Planificación Agregada están orientados a los costos, ignorando el impacto que estos generan en los recursos humanos, desde una perspectiva social, y la necesidad de incluir este factor al momento de seleccionar el mejor plan. De esta manera, es que el factor humano juega un rol determinante y debe ser considerado en el proceso decisorio (Tirkolae et al., 2019; Rasmi et al, 2019)

Este contexto pone de manifiesto la necesidad de selección de herramientas de

apoyo que faciliten la toma de una decisión adecuada y permitan considerar los múltiples criterios, cualitativos y cuantitativos, involucrados en la selección del mejor Plan Agregado de Producción (PAP) (Arango et al., 2010; Schenker, Steingrímsson, Borndörfer & Seliger, 2015; Mehdizadeh et al., 2018; Rasmi et al., 2019). En escenarios de múltiples dimensiones de evaluación suele utilizarse el Proceso analítico de Jerarquías (AHP, por sus siglas en inglés) ya que permite la resolución de problemas complejos, donde la mejor decisión u opción depende de múltiples criterios y de diferentes puntos de vista de las decisiones ante diversas alternativas de solución (Mortara, Tabone & Zanfrillo, 2019).

El objetivo de este trabajo consiste en seleccionar el mejor PAP para una empresa del rubro electromecánico de Argentina, considerando el factor humano en el proceso de decisión. Se propone un enfoque multicriterio mediante la aplicación del AHP, que pretende responder a la siguiente pregunta: *¿qué importancia tiene el factor humano a la hora de seleccionar el plan agregado de producción en una empresa electromecánica?*

La estructura de este trabajo es la siguiente: se presenta una revisión de la literatura sobre el PAP y AHP. En la siguiente sección, se define la metodología propuesta, con los pasos a seguir para la toma de decisiones multicriterio mediante el AHP; y luego, se exponen los resultados de su aplicación en una empresa electromecánica. Finalmente, se presentan las conclusiones de la investigación.

Revisión de la literatura

Plan Agregado de Producción

El Plan Agregado de Producción es una herramienta para la toma de decisiones empresariales que determina la mejor forma de satisfacer los pronósticos de demanda mediante el ajuste de los niveles de producción, mano de obra, subcontratación e inventario, entre otras variables controlables, y teniendo en cuenta las restricciones de capacidad (Orozco, Sablón, Diéguez & Lomas, 2018; Kumar, Purohit, Manjrekar, Singh & Lad, 2018, Islam & Hossain, 2016; Ahmed et al., 2019).

Los administradores de operaciones tratan de establecer la cantidad y los tiempos de producción necesarios para satisfacer la demanda a mediano plazo (Caicedo-Rolón et al., 2019). Como su nombre lo indica, los productos se acumulan o agregan en familias y la clave para efectuar la agrupación es el uso de recursos similares, por ejemplo, el personal, los equipos o las materias primas (Krajewski, Manoj & Ritzman, 2013; Davizón, Martínez-Olvera, Soto, Hinojosa & Espino-Román, 2015). Dicha técnica permite calcular el plan de producción más adecuado o más conveniente, para un futuro determinado, y con la ayuda del pronóstico de la demanda (Reyes & Molina, 2014). Con respecto a la capacidad, para esta etapa de planificación se considera fija, es decir, que no se pueden tomar acciones estructurales de ajuste, solamente se aplican medidas transitorias de ajuste de capacidad (Domínguez et al., 1995; Oeinarto, 2014). Estas alternativas se engloban en dos

categorías, una de ellas se enfoca en el lado de la oferta para intentar cambiar el suministro de producción y se la denomina estrategia interna. Incluye las contrataciones y despidos del personal, la contratación de trabajadores temporales, el uso tiempo extra o tiempo inactivo, las subcontrataciones, la fabricación para inventario, entrega con retraso, la posibilidad de no atender la demanda y la modificación de la tasa de producción. La otra categoría se concentra en la demanda, en un intento por alterar sus patrones para ajustarlos al resultado de la producción. Esta es llamada estrategia externa y considera la fijación de precios, la realización de promociones y publicidad y la oferta de paquetes de productos (Arango et al., 2010).

Para encontrar la mejor alternativa que organice los recursos y cumpla con la demanda, bajo ciertas condiciones de operación, se debe delinear una estrategia para la elaboración del PAP. Cuando se habla de mejor, la mayoría de los autores, se refieren a la maximización de las utilidades de la organización o minimización de costos, niveles de inventario, nivel de subcontratación, utilización de fuerza de trabajo y maquinaria (Madadi & Wong, 2013; Madanhire & Mbohwa, 2015; López, Solis, Gutiérrez & Morales, 2016; Demirel, Özelkan & Lim, 2018), pero resulta indispensable que se establezcan otras condiciones u objetivos.

Un factor relevante a considerar es el impacto adverso que puede generar en las personas la volatilidad de la fuerza de

trabajo por despidos y contrataciones frecuentes, el uso de horas extras, entre otras cuestiones. Se deben considerar no solo los efectos que produce el despido en los trabajadores que egresan de la organización sino también el impacto que generan en los que permanecen en ésta (López, 2009). La pérdida de empleo genera un impacto a nivel económico, psicológico, social y familiar (Garrido, 2006). Respecto a las personas que se mantienen en la empresa, presentan una serie de consecuencias en términos de compromiso, confianza, iniciativa y espontaneidad (Cross & Travaglione, 2004). La percepción de que en el futuro existirán más cambios negativos, acrecienta la incertidumbre, aumenta el estrés y disminuye la satisfacción (Clair & Dufeene, 2004). Respecto a la productividad, esta tiende a disminuir debido a que los individuos perciben un menor control en el empleo y desarrollan comportamientos laborales disfuncionales (Jordan, Ashkanasy & Hartel, 2002).

Si bien existen estudios donde se analiza el impacto en la fuerza de trabajo, el análisis se limita al establecimiento de objetivos de reducción en los costos de contratación y despido y al establecimiento de restricciones en estas variables (Smith, Correa & Aristizábal, 2004; Oeinarto, 2014; Saraçoğlu, Arslan & Turkay, 2015; Rasmi et al., 2019).

Es importante comprender todos estos factores para definir una estrategia adecuada que, en general, dependerá de las políticas de la empresa, sus prioridades competitivas, el tipo de sistema productivo,

entre otros. Las tres estrategias que se emplean para realizar el PAP son la nivelación, la caza o seguimiento y una combinación de ambas.

La estrategia de nivel busca nivelar determinado recurso (la producción o la mano de obra), es decir, que sus valores se mantendrán constantes en todos los periodos del horizonte de planificación. Esto implica que la demanda fluctúa alrededor de la disponibilidad de dicho recurso, y en su defecto, se harán esfuerzos por alterar los patrones de demanda para que se ajusten de manera efectiva a los recursos establecidos (Davizón et al., 2015). Una estrategia de nivel permite a una empresa mantener constante su producción y satisfacer la demanda, situación deseable desde el punto de vista de las relaciones con los empleados (Madanhire & Mbohwa, 2015).

La estrategia de caza altera los recursos periodo a periodo durante el horizonte de planificación. Esto significa que se aumentan y disminuyen sus valores de manera tal de ajustarse a la demanda establecida. Suele aplicarse en entornos donde es difícil alterar la demanda y hay disponibilidad para modificar la base de recursos. Esta estrategia tiene un impacto positivo en una amplia categoría de costos y, por lo tanto, mejora las ganancias de la empresa, reduce sus riesgos financieros y permite la contratación de una amplia gama de habilidades necesarias de forma temporal. Sin embargo, resulta inadecuada cuando la mano de obra necesita una formación intensiva y continua y las frecuentes contrataciones y despidos

conllevan a pérdidas de productividad y disminución de la motivación de los trabajadores (Jamalnia, 2017).

Las estrategias mixtas son las más comunes de aplicar. Aquí se mezclan y ajustan las dos estrategias anteriores, nivelando los recursos en algunos periodos y en otros ajustándolos a la demanda. En algunos casos, una estrategia combinada permite alcanzar de una mejor forma los objetivos y políticas de la organización y lograr costos más bajos que cualquiera de las estrategias utilizadas de forma independiente (Antonio, Bonilla & Espitia, 2015).

Proceso Analítico de Jerarquías

Frente a varias alternativas de decisión con características que las hacen únicas, la toma de decisiones no puede basarse en un solo atributo. Existen diversas técnicas que consideran evaluar simultáneamente varios atributos, estos pueden ser cualitativos y cuantitativos, de un conjunto de alternativas y por otro lado, permiten que la evaluación sea realizada mediante un grupo de decisión y no por una sola persona, lo que implica que esta sea más acertada (Salas Bacalla et. al., 2014; Gil Torrijos, 2018). Uno de los métodos que suele utilizarse como apoyo a la toma de decisiones en contextos de múltiples dimensiones de valoración es el AHP. Este permite la resolución de problemas complejos, donde la mejor decisión u opción es derivada de criterios múltiples y de disímiles miradas de los decisores ante las distintas alternativas de solución. Es un método sencillo, lógico y estructurado que ayuda a la toma de decisiones de trabajo,

basado en la descomposición del problema en una estructura jerárquica multinivel de objetivos o metas, criterios, subcriterios y alternativas (Martínez Rodríguez, 2007; Xu & Liao, 2014; Tapiero et al., 2017).

El AHP tiene tres principios rectores: construcción de las jerarquías; establecimiento de prioridades y una consistencia lógica. Este método tiene una gran aceptación en grandes proyectos de valoración y quizás sea el método de valoración cualitativa más utilizado (Munier 2011).

El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones objetivas y/o subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios considerados y que especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas referida a cada criterio. Se deben identificar los criterios más generales hasta los más particulares. En esa

línea Cordero (2019) expresa que aparte de los criterios económicos y generales a considerar, se ha de priorizar los criterios sostenibles que protejan a la sociedad de los impactos negativos generados en un espacio determinado.

El resultado del AHP muestra la prioridad total de las alternativas de decisión respecto a la meta (Toskano Hurtado, 2005). Es una técnica que, desde su invención, ha sido sumamente utilizada por los responsables de la toma de decisiones y los investigadores por su extenso campo de aplicación como lo son la planificación, la selección de la mejor alternativa, la asignación de recursos, la resolución de conflictos, la optimización, la selección de una considerable lista de proyectos de tecnologías de la información, entre otros (Rivera Chávez, 2008; Huamaní Huamaní & Eyzaguirre, 2015; Vaidyaa & Kumarb, 2006).

METODOLOGÍA

La metodología adoptada para este trabajo es un estudio de caso. El tipo de investigación es cualitativa y cuantitativa, inicialmente se analizan datos y luego mediante la aplicación de la herramienta propuesta se realizan cálculos matemáticos para selección.

La empresa en estudio pertenece al rubro electromecánico y fabrica tres tipos de familias de productos distintos. Cada producto, para ser fabricado según especificaciones de ingeniería de fabricación, debe pasar obligatoriamente por cuatro procesos agregados, donde en

cada uno hay un tipo específico de operario con sus herramientas y máquinas necesarias, en el siguiente orden: mecanizados de materiales que conformaran el producto; limpieza y pulidos; ensambles entre piezas y materiales, y ajustes; y pruebas y ensayos finales. En cada uno de esos procesos son necesarios insumos y materiales, los cuales cada uno de ellos se agrupan en familias. Para cada familia de producto existe un pronóstico de demanda determinística definida por los pedidos de compras y encargos anticipados, y que hay que

cumplir sin postergar entregas en cada mes (Tabone et al., 2020).

Las etapas a seguir para el desarrollo del trabajo son los siguientes:

I.- Se realizan entrevistas programadas con los actores involucrados del sistema productivo de la organización en la que participan y se determina de manera conjunta las características y necesidades del sistema.

II.- Se establecen de forma consensuada, las alternativas a considerar para la selección del PAP y se analizan los indicadores de cada una.

III.- Se selecciona el mejor PAP mediante la aplicación del AHP, utilizando como

entrada la información generada en las etapas anteriores. Se siguen los pasos propuestos por Saaty (2008) para el desarrollo del AHP, según se describe a continuación:

1. *Definir el problema:* estableciendo sus componentes o elementos relevantes.

2. *Estructurar la jerarquía del problema:* para ello, se elabora una representación gráfica del problema en función de la meta global, los criterios a ser usados y las alternativas de decisión. Si se requiere, pueden desprenderse subcriterios. Estos últimos deben guardar una relación jerárquica con el criterio del que se desprenden (Figura 1).

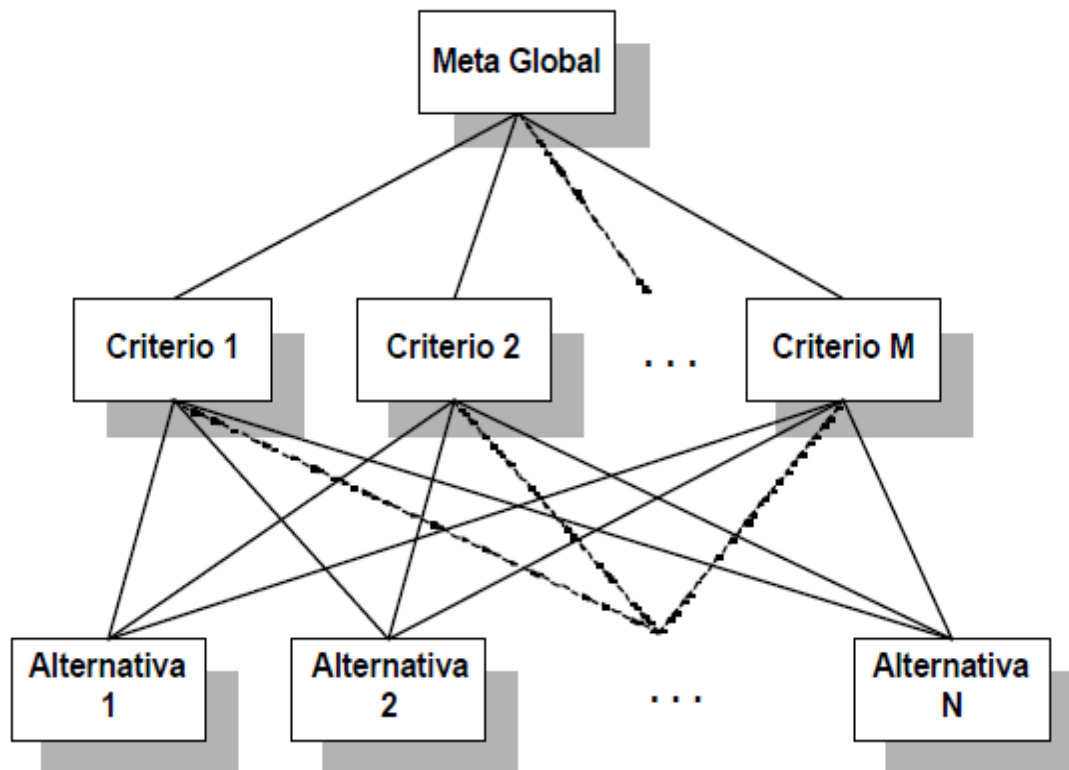


Figura 1. Estructura Jerárquica. Fuente: Toskano Hurtado (2005).

3. *Establecer las preferencias:* se requiere que quien toma las decisiones, emita un juicio de valor con respecto a todos los elementos de un nivel, referido a cada uno de los elementos del nivel inmediato superior. Se utilizan matrices de comparaciones pareadas (Figura 2) para

establecer dichas preferencias. Estas prioridades numéricas a partir de criterios subjetivos se organizan en matrices de comparación pareada (Aguezzoul & Ladet, 2007). Las comparaciones pareadas son las bases fundamentales del AHP.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Figura 2. Matriz de comparaciones binarias de n alternativas. Fuente: Toskano Hurtado (2005)

Se emplea la escala de Saaty con valores de 1 a 9, como se muestra en Tabla 1, para calificar las preferencias relativas de los elementos. Esta permite la disminución del

grado de subjetividad, en la evaluación de los factores cualitativos (Salas, Leyva & Calenzani, 2014).

Tabla 1. Escala de calificación de Saaty

Puntaje	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente al objetivo
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio ligeramente a favor de uno de los elementos
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio fuertemente a favor de uno de los elementos
7	Importancia muy fuerte o demostrable	Un elemento es preferido sobre el otro en un grado muy fuerte y esta preferencia puede demostrarse en la práctica
9	Importancia extrema	La evidencia favorece a una alternativa sobre la otra extremadamente
2,4,6,8	Para valores intermedios entre las definiciones	Algunas veces se necesita interpolar un juicio, porque no hay una palabra que describa la relación entre los elementos

Fuente: elaborado por los autores con base en Saaty (2008).

4. *Priorizar y sintetizar*: en un problema jerarquizado, las prioridades pueden ser locales, globales o totales. Una consideración importante en términos de la calidad de decisión final se refiere a la consistencia de juicios que muestra el tomador de decisiones en el transcurso de la serie de comparaciones pareadas. La consistencia perfecta es difícil de lograr ya que los juicios son realizados por personas. Esta metodología calcula la relación o razón de consistencia de Saaty, considerando aceptable los valores menores a 0,1. Por último, se realiza la síntesis del problema para obtener la prioridad total de las alternativas mediante la agregación multiaditiva de las prioridades globales. Esto permite ordenar el conjunto de las alternativas consideradas y seleccionar la mejor alternativa para

obtener la meta buscada (Carignano & Alberto, 2019).

5. *Análisis de sensibilidad*: Para examinar la robustez de la solución, se realiza un análisis de sensibilidad que consiste en un proceso sistemático que muestra cómo una solución responde a los cambios introducidos en las condiciones de partida. Permite visualizar los cambios en la jerarquización de las alternativas ante las variaciones de las preferencias en los niveles superiores (Mortara, Esteban, Tabone & Zárata, 2016)

Para el desarrollo del AHP se utiliza el software Expert Choice®. Cabe destacar que no es necesario incurrir en la adquisición de ningún software específico, ya que para esta técnica se enfatiza la funcionalidad de las planillas de cálculo electrónicas disponibles en la web (Goepel, 2013).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Alternativas del Plan Agregado de Producción

Con el objetivo de seleccionar el mejor PAP se consideran cuatro planes alternativos, siguiendo diversas estrategias y medidas de ajuste de la capacidad. A continuación, se describen los lineamientos adoptados en cada una.

- *Alternativa 1*. Esta alternativa propone la implementación de una estrategia de nivel de mano de obra, tratando de abastecer la totalidad de la demanda durante cada período de planificación. Las alternativas de capacidad aplicadas para alcanzar los

objetivos planteados son el uso de horas extras, la generación de inventario, la subcontratación y la contratación y despido de la fuerza de trabajo. La mano de obra es de uso compartido entre las tres familias de producto y se establece un nivel de fuerza de trabajo constante por tipo de operario durante todo el periodo de planificación. De esta manera, existen meses con tiempos ociosos de trabajo que se utilizan para fabricar inventario y evitar los quiebres de stock y la reducción de necesidad de subcontratación.

- **Alternativa 2.** Este plan se realiza siguiendo una estrategia mixta de nivelación de las cantidades a producir en cada periodo del horizonte de planificación con una de nivel de mano de obra. Se emplean como medidas de ajuste transitorio de capacidad la fabricación para inventario, uso de horas extras, subcontratación de parte de la producción y la contratación y despido de personal. Se considera que la mano de obra es compartida entre las tres familias, para cada etapa del proceso productivo. Las horas de trabajo ociosas se las utiliza para producir inventario para evitar el desabastecimiento de la demanda y la reducción de la cantidad de productos a subcontratar. La nivelación de la mano de obra se realiza en dos tramos. Durante el primer semestre, se instituye un nivel mayor de mano de obra para generar inventario mediante la utilización del tiempo ocioso y durante el segundo semestre se plantea un nivel de mano de obra menor.

- **Alternativa 3.** El plan se realiza adoptando una estrategia de caza donde se produce la cantidad de unidades requeridas para abastecer la demanda. Esta estrategia no genera inventarios y la mano de obra es de uso compartido entre las tres familias de producto. Las alternativas de ajuste de capacidad aplicadas son la contratación y despido de la fuerza de trabajo, el uso de horas extras y subcontratación.

- **Alternativa 4.** El plan que propone se obtiene mediante una

estrategia mixta que combina una de caza con una de nivel de mano de obra. Durante un periodo del horizonte de planificación se nivela la mano de obra, mientras que se ha hecho uso de una estrategia de caza al momento de absorber las necesidades de los periodos de demanda alta. La mano de obra es de uso compartido entre las tres familias de producto. Las alternativas de ajuste de capacidad aplicadas son la contratación y despido de la mano de obra, generación de inventario, uso de horas extras y subcontratación. Se busca minimizar la cantidad de horas ociosas mediante la producción para inventario con el fin de evitar el desabastecimiento de la demanda y la reducción de la cantidad de productos a subcontratar.

El motivo de tratar de minimizar la subcontratación se debe a que el costo variable unitario de las tres familias reporta un valor superior en relación a la fabricación en horas regulares (28%) y horas extras (31%). Los cuatro planes alcanzan un nivel de servicio del 100% ya que no se producen quiebres de stock en ningún periodo y de esta manera se logra abastecer la totalidad de la demanda de las tres familias (7470 unidades).

En Tabla 2 se presentan los indicadores de desempeño más significativos para el análisis de cada plan. Se puede observar que la alternativa 2 es la que reporta el menor costo. El coeficiente de variación de la mano de obra y del plan de producción se considera con el objetivo de comparar la estabilidad que

proporciona cada plan. La alternativa 1 presenta la menor variabilidad de la mano de obra y la alternativa 3 la menor variabilidad del nivel de producción. Asimismo, se presenta el porcentaje de inventario y subcontratación de cada plan respecto a la producción total para los diferentes planes presentados. La menor generación de inventario se

obtiene en la alternativa 3 y la menor subcontratación se realiza en la alternativa 1. La alternativa 3 es la que posee menor uso de horas extras y la menor cantidad de horas ociosas. Respecto a la producción total, la alternativa 1 es la que genera una mayor cantidad de productos.

Tabla 2. *Indicadores de desempeño por alternativa*

Alternativa	1	2	3	4
Costo Total	\$ 32.668.263	\$ 31.481.201	\$ 32.411.199	\$ 31.975.864
CV Mano de Obra	0%	3,80%	4,99%	3,81%
Horas Extras	4.179	4.613	3.992	5.943
CV Producción	6,77%	5,78%	3,34%	8,87%
% Inventario	33,75%	15,84%	0,00%	13,15%
Horas Ociosas	157	162	140	412
Producción Total	7.888	7.495	7.560	7560
% Subcontratación	0,47%	0,52%	1,88%	1,75%

Selección del mejor Plan Agregado de Producción

El AHP se desarrolla de forma conjunta con los actores involucrados en el sistema productivo. La estructura jerárquica del problema se plantea en la Figura 3. Se determina como meta global "Seleccionar el mejor PAP" y se determinan como criterios más relevantes para tomar esta decisión el factor humano, el costo, el plan de producción, el inventario y la subcontratación. Se definen para los criterios fuerza de trabajo y plan de producción una serie de subcriterios de selección. Para la evaluación de los criterios y subcriterios (cuantitativa y

cuantitativamente) se consideran los indicadores de desempeño y la información presentada en el apartado anterior.

Mediante reuniones de trabajo con los actores del proceso se determinan de forma consensuada las preferencias respecto a la prioridad de los criterios, subcriterios y las alternativas de decisión en relación a cada criterio y subcriterio de selección. Estas valoraciones se ingresan al software Expert Choice® y se obtienen las prioridades locales y globales y la consistencia de los juicios. Los pesos de los criterios y subcriterios se presentan en Tabla 3.

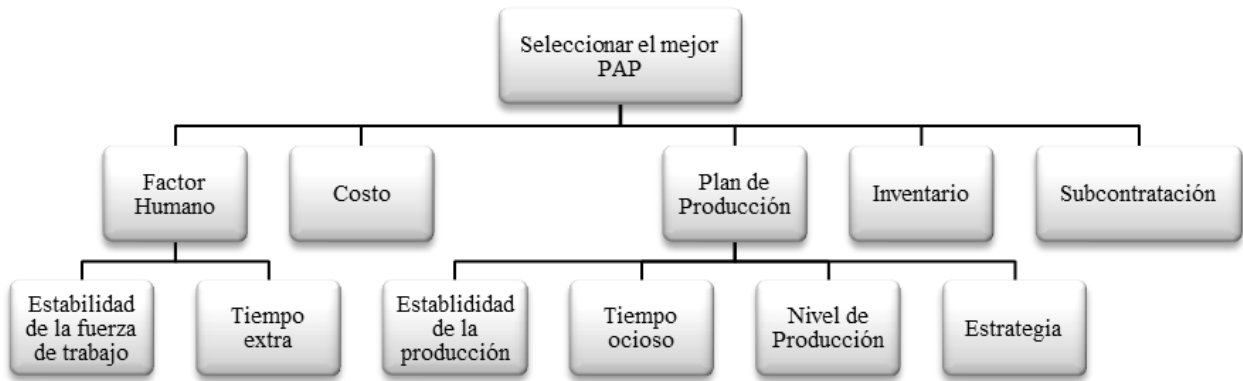


Figura 3. Estructura Jerárquica.

Tabla 3. Pesos de los criterios y subcriterios

Criterios	Peso	Subcriterio	Peso	Peso Final
Factor Humano	0,415	Estabilidad de la fuerza de trabajo	0,875	0,363
		Tiempo extra	0,125	0,052
Costo	0,286	-	-	0,286
		Estabilidad de la producción	0,579	0,047
Plan de producción	0,081	Tiempo ocioso	0,224	0,018
		Producción Total	0,092	0,007
		Estrategia	0,106	0,009
Inventario	0,052	-	-	0,052
Subcontratación	0,166	-	-	0,166

En Figura 4 se presenta la priorización final de las alternativas, con el índice de inconsistencia, indicativo de la coherencia de los juicios efectuados.



Figura 4. Priorización de las alternativas.

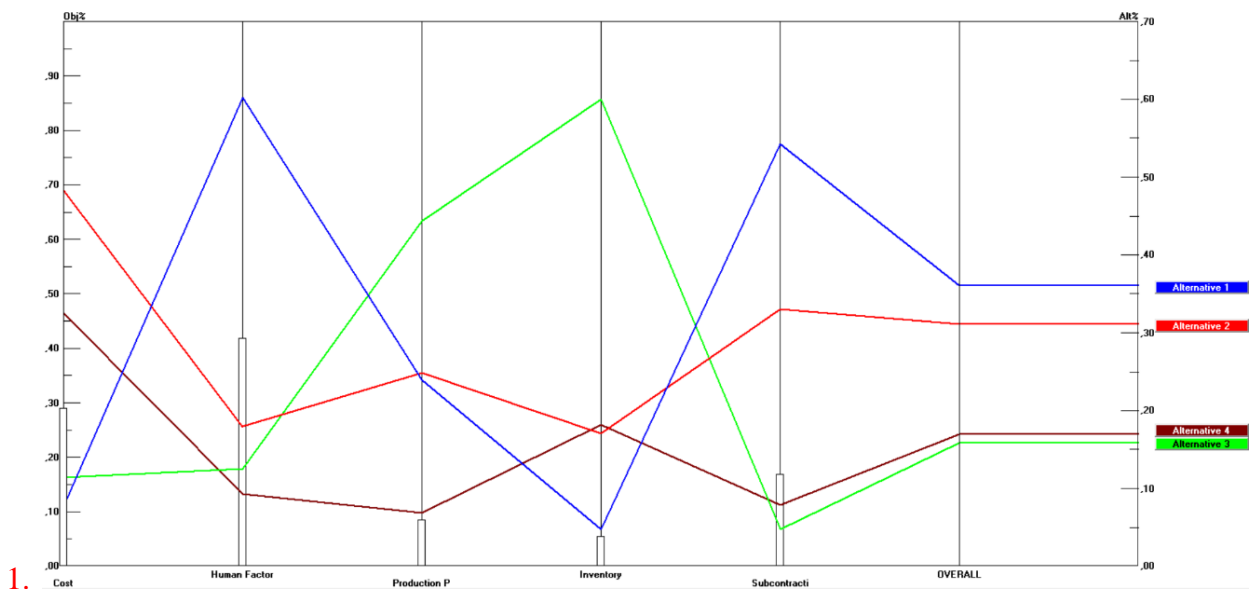
Se evidencia que el criterio más importante es la fuerza de trabajo (41,5%), seguido por los costos (28,6%), el nivel de subcontratación (16,6%), el plan de producción (8,1%) y el nivel de inventario (5,2%). Respecto a los subcriterios, la estabilidad de la mano de obra es el que mayor importancia reporta con un peso final de 36,3%.

Como resultado, se obtiene que la Alternativa 1 es la mejor con una prioridad total del 36%, seguida por la Alternativa 2 con un 31,1%, la Alternativa 4 con 17% y finalmente la Alternativa 3 con un 15,9% de prioridad. Se corrobora que todas las matrices de comparación pareada son consistentes,

obteniendo un valor de consistencia global de 0,02. De esta manera, se verifica la calidad de la decisión final ya que los juicios del tomador de decisiones son consistentes en todo el proceso de análisis jerárquico.

Análisis de sensibilidad

Para analizar la robustez de la solución obtenida se efectúa un análisis de sensibilidad mediante la variación de las prioridades de los criterios respecto a la meta global. En Figura 5 se puede evidenciar de forma global los cambios de preferencia entre las alternativas 1, 2 y 3 en función de la variación de los pesos de los criterios de selección.



1.

Figura 5. Análisis de sensibilidad global.

Para un análisis más detallado, se identifican los puntos de indiferencia en entre las alternativas. A modo de ejemplo, en Figura 6 y 7 se presenta el análisis de sensibilidad de los criterios

Factor Humano y Costo, donde las líneas verticales rojas representan el peso original de los criterios y las líneas verticales punteadas azules indican el punto de indiferencia entre las

alternativas 1 y 2. Para el Factor Humano dicho punto se encuentra en 33,5% y para Costos en 36%. Analizando los criterios Plan de Producción e Inventario, el punto de indiferencia entre

la alternativa 1 y 3 se obtiene en 54% y 31%, respectivamente. En el análisis del criterio Subcontratación, la alternativa 1 resulta mejor cualquiera sea su valor.

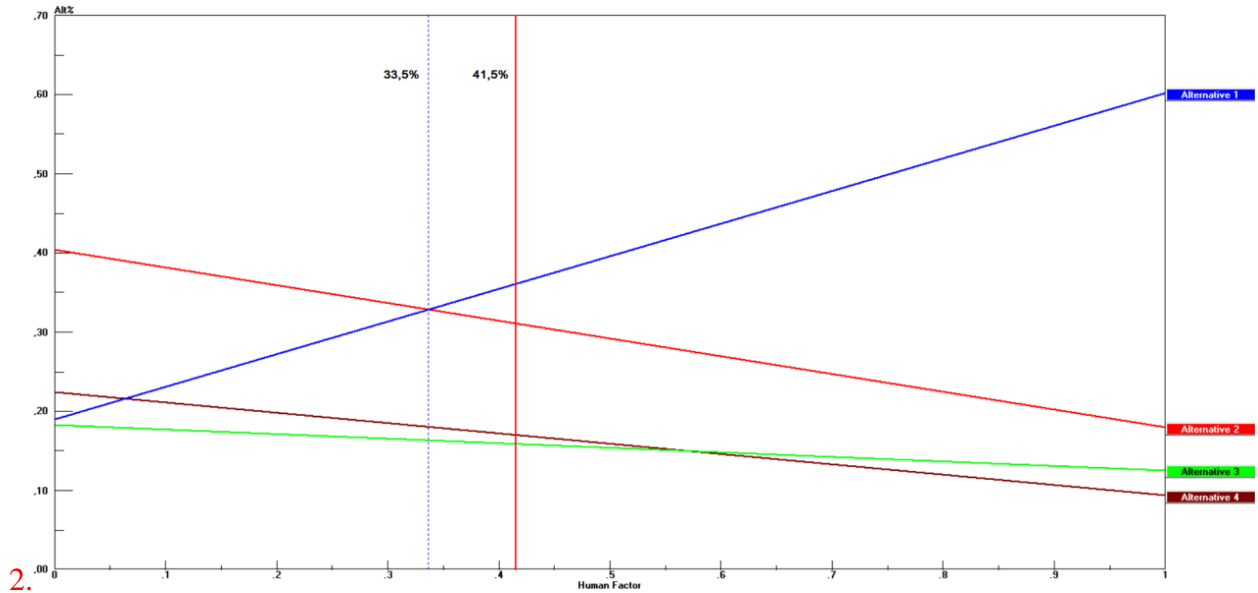


Figura 6. Análisis de Sensibilidad para el criterio Factor Humano.

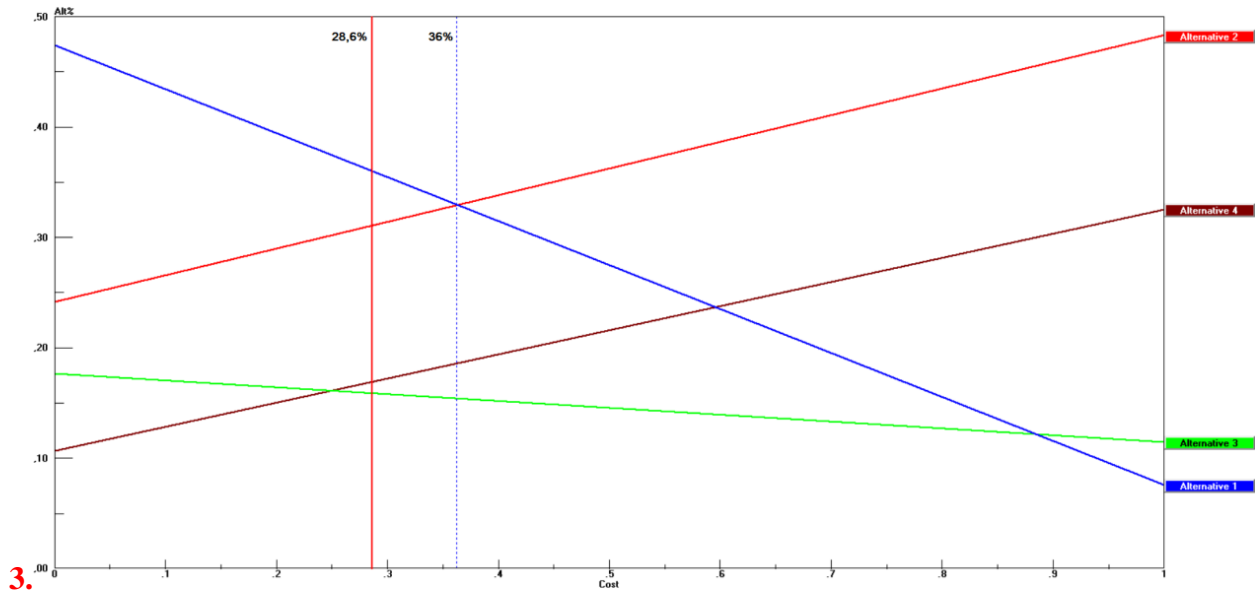


Figura 7. Análisis de sensibilidad para el criterio Costo.

CONCLUSIONES

La implementación del AHP permite la estructuración del problema de selección de un PAP factible en forma sencilla, teniendo en cuenta criterios y subcriterios de selección acordes con las prioridades estratégicas del área productiva y de la empresa en estudio.

Se consideran cuatro planes como alternativas viables de implementar. Todos logran abastecer la demanda prevista al presentar un nivel de servicio del 100% para las tres familias de producto. Se utilizan como opciones de ajuste de capacidad, el uso de horas extras, la generación de inventario, la subcontratación y la contratación y despido de la fuerza de trabajo.

En la empresa estudiada el criterio considerado más relevante para el proceso de selección es el factor humano, dando respuesta a la pregunta de investigación planteada.

Respetando los criterios y restricciones establecidos se obtiene una jerarquización de los cuatro planes considerados y se selecciona uno de ellos, alternativa 1, como el mejor PAP. El plan correspondiente a esta alternativa aplica una estrategia de nivelación de mano de obra, reportando una ventaja significativa a la empresa, ya que proporciona una estabilidad total a la fuerza de trabajo al definir un plantel constante durante el horizonte de planificación. La selección final resulta coherente con las preferencias obtenidas, al

ser la estabilidad de la mano de obra el subcriterio más relevante. La alternativa seleccionada evita el impacto negativo en la motivación y moral y en consecuencia en la productividad. También permite reducir los problemas derivados de las restricciones o presiones que puedan proceder del entorno empresarial como pueden ser las regulaciones contractuales o actividad de los sindicatos que no deben minimizarse a la hora de diseñar el plan.

El análisis de sensibilidad muestra que el modelo propuesto es sensible a todos los criterios considerados para la selección, a excepción de la Subcontratación. Así, un cambio en la priorización de los mismos provocará un cambio en la jerarquización final de las alternativas.

La utilización del Expert Choice® resulta ser sumamente sencilla y de fácil comprensión para la resolución del AHP y su posterior análisis de sensibilidad.

Se concluye que la metodología multicriterio propuesta, en particular AHP, es de factible y eficaz implementación. Factible, en tanto utiliza datos de entrada que son derivados de la actividad habitual del proceso de gestión de la producción; y eficaz porque permite obtener el mejor PAP que logra combinar los recursos de manera tal de satisfacer la demanda prevista en función de las características y necesidades de la empresa e incorporar al factor humano como criterio prioritario para la selección.

REFERENCIAS

- Aguezzoul, A. & Ladet, P. (2007). A nonlinear multiobjective PAMProach for the supplier selection, integrating transportation policies. *Journal of Modelling in Management*, 2 (2), 157-169. <https://doi.org/10.1108/17465660710763434>
- Ahmed, T., Biswas, T. & Nundy, C. (2019). An Optimization Model for Aggregate Production Planning and Control: A Genetic Algorithm PAMProach. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 8 (3), 203-224. <https://doi.org/10.22105/riiej.2019.192936.1090>
- Antonio, K., Bonilla, L. & Espitia, A. (2020). Planeación y control de la producción aplicada a una empresa de productos líquidos de aseo. *Semilleros*, 5 (9), 91-106. <https://revistas.fio.unam.edu.ar/index.php/semillero/article/view/190>
- Arango, M., Vergara, C. & Gaviria, H. (2010). Modelización difusa para la planificación agregada de la producción en ambientes de incertidumbre. *DYNA*, 77(162), 397-409. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/15910>
- Caicedo-Rolón, A. J., Criado-Alvarado, A. M., & Morales-Ramón K. J. (2019). Modelo matemático para la planeación de la producción en una industria metalmeccánica. *Scientia et Technica*, 24(3), 408-419. <https://doi.org/10.22517/23447214.16031>
- Carignano C. & Alberto C. (2019). *Apoyo cuantitativo a las decisiones*, 5ta edición. Córdoba: Asociación Cooperadora Facultad de Ciencias Económicas de la UNC. <http://hdl.handle.net/11086/15622>
- Cheraghalikhani, A., Khoshalhan, F. & Mokhtari, H. (2019). Aggregate production planning: A literature review and future research directions. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 10 (2), 309-330. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2018.6.002>
- Clair, J. A., & Dufresne, R. L. (2004). Playing the grim reaper: How employees experience carrying out a downsizing. *Human Relations*, 57(12), 1597-1625. <https://doi.org/10.1177/0018726704049991>
- Cordero, B. (2019). Selección de proveedores priorizando criterios sostenibles para productos: un enfoque de AHP en compras públicas peruanas. *Revista Industrial Data*, 22(1), 153-172. <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v22i1.16532>
- Cross, B., & Travaglione, A. (2004). The times they are a-changing: Who will stay and who will go in a downsizing organization? *Personnel Review*, 33(3), 275-290. <https://doi.org/10.1108/00483480410528823>
- Davízon, Y., Martínez-Olvera, C., Soto, R., Hinojosa, C. & Espino-Román, P. (2015). Optimal Control PAMProaches to the Aggregate Production Planning Problem. *Sustainability*, 7(12), 16324-16339. <https://doi.org/10.3390/su71215819>
- Demirel, E., Özelkan, E. C., & Lim C. (2018). Aggregate planning with Flexibility Requirements Profile. *International Journal of Production Economics*, 202, 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.05.001>
- Domínguez, J., García, S., Domínguez, M., Ruiz, A. & Álvarez, M. (1995). *Dirección de Operaciones: Aspectos tácticos y operativos de la producción y de los servicios*. Madrid: Mc Graw Hill.
- Gansterer, M. (2015). Aggregate planning and forecasting in make-to-order production systems. *International journal of production economics*, 170, 521-528. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.06.001>

- Garrido, E. A. (2006). Psicología y Desempleo. *Revista Internacional de Psicología*, 7(02), 1–19. <https://doi.org/10.33670/18181023.v7i02.40>
- Gil Torrijos, M (2018). La selección de proveedores, elemento clave en la gestión de aprovisionamientos. Tesis de Maestría, Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/47803>
- Goepel, K. (2013). Implementing the Analytic Hierarchy Process as a Standard Method for Multi-Criteria Decision Making In Corporate Enterprises—A New AHP Excel Template with Multiple Inputs. *Proceedings of International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Kuala Lumpur, Malaysia. <https://doi.org/10.13033/isahp.y2013.047>
- Huamaní Huamaní, G. T., & Eyzaguirre Tejada, R. (2015). Modelo de aplicación de ahp para seleccionar editor de contenidos de objetos de aprendizaje (modelo PAJOA – ECOA). *Industrial Data*, 18(2), 121-125. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81643819015>
- Islam, M., & Hossain, M. (2016). Multi Product Multi Period Aggregate Production Planning in an Uncertain Environment. *Global Science and Technology Journal*, 4 (1), 1–19.
- Jamalnia, A. (2017). *Evaluating the performance of aggregate production planning strategies under uncertainty*. PhD. The University of Manchester.
- Jamalnia, A., Yang, J., Feili, A., Xu, D., & Jamali, G. (2019). Aggregate production planning under uncertainty: a comprehensive literature survey and future research directions. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102, 159–181. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-3151-y>
- Jordan, P., Ashkanasy, N. & Hartel E. (2002). Emotional Intelligence as a Moderator of Emotional and Behavioral Reactions to Job Insecurity. *The Academy of Management Review*, 27(3), 361-372. <https://doi.org/10.2307/4134384>
- Krajewski, L., Manoj, K. & Ritzman, L. (2013). *Administración de Operaciones. Estrategia y Análisis, 5ta edición*. México: Prentice Hall.
- Kumar, G. & Haq, A. (2005). Hybrid genetic—ant colony algorithms for solving aggregate production plan. *Journal of advanced manufacturing systems*, 4(01), 103-111. <https://doi.org/10.1142/S021968670500059X>
- Kumar, S., Purohit, B., Manjrekar, V., Singh, V., & Lad, B. (2018). Investigating the value of integrated operations planning: A case-based PApproach from automotive industry. *International Journal of Production Research*, 56, 1-22. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1424367>
- López, G., Solis, J., Gutiérrez, J. & Morales, E. (2016). Plan Agregado de Producción y la Productividad en una Planta de Producción de Conservas de Pescado. *Infinitum*, 6(1), 24-30. <https://doi.org/10.51431/infinitum.v6i1.5>
- López, S. (2009). Análisis de los efectos del despido en los trabajadores: Propuesta de un modelo de gestión. *XXV Encuentro Nacional de Facultades de Administración y Economía*, Chile.
- Madadi, N., & Wong, K. (2013). A deterministic aggregate production planning model considering quality of products. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 46. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/46/1/012015>
- Madanhire, I. & Mbohwa, C. (2015). Aggregate Production Planning Framework in a Multi-Product Factory. *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Dubai, UAE. http://ieomsociety.org/ieom_2015/papers/114.pdf
- Martínez Rodríguez (2007). Aplicación del proceso jerárquico de análisis en la selección de la localización de una PYME. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, 40, 523-542.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2267954>

Mehdizadeh, E., Niaki, S. T. A. & Hemati, M. (2018). A bi-objective aggregate production planning problem with learning effect and machine deterioration: Modeling and solution. *Computers & Operations Research*, 91, 21-36. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.11.001>

Mortara V., Esteban, A., Tabone, L. & Zárata, C. (2016). El proceso analítico de jerarquías aplicado a seleccionar la mejor solución a un problema de producción. XXIX ENDIO – XXVII EPIO, CABA, Argentina. [http://www.epio.org.ar/epio2016/pdf/trabajos/XXIX%20ENDIO-XXVII%20EPIO-2016 Submission%2015.pdf](http://www.epio.org.ar/epio2016/pdf/trabajos/XXIX%20ENDIO-XXVII%20EPIO-2016%20Submission%2015.pdf)

Mortara, V., Tabone, L. & Zanfrillo, A. (2019). Comparación de herramientas de apoyo a la toma de decisiones estratégicas de una organización de salud. XII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias, Manizales, Colombia. <https://congresos.autonoma.edu.co/sites/default/files/congresos/memorias-simposio-industrial-2019.pdf>

Motoa, T., Osorio, J. & Orejuela, J. (2013). Planificación jerárquica de la producción: El estado del arte y presentación de experiencias. *Heurística*, 14, 35-50. <http://hdl.handle.net/10893/6114>

Munier, N. (2011). *Procedimiento fundamentado en la programación lineal para la selección de alternativas en proyectos de naturaleza compleja y con objetivos múltiples*. Tesis for Ph.D.: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales, Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2204.3367>

Oeinarto, L.S. (2014). Analysis of aggregate planning for development strategy: Case study of gasoline distribution company in Indonesia.

PAPplied Mathematical Sciences, 8 (97), 4815-4829. <http://dx.doi.org/10.12988/ams.2014.46458>

Orozco, E., Sablón, N., Diéguez, K. & Lomas, C. (2018). Plan agregado de una empresa textil. Caso de estudio de Imbabura, Ecuador. *Episteme*, 5 (3), 263-278. <http://45.238.216.13/ojs/index.php/EPISTEME/article/view/1073>

Rasmi S., Kazan C. & Türkay M. (2019). A multi-criteria decision analysis to include environmental, social, and cultural issues in the sustainable aggregate production plans. *Computers & Industrial Engineering*, 132, 348-360. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.036>

Reyes, J. & Molina, C. (2014). Plan Agregado de Producción Mediante el Uso de un Algoritmo de Programación Lineal: Un caso de Estudio. *Revista Politécnica*, 34 (1), 108. https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/254

Rivera Chávez, A. (2008). IT Project Portfolio Selection using Analytic Hierarchy Process. *Industrial Data*, 11(2), 59-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=816/81619829008>

Saaty (2008). Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1 (1), 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Salas, J., Leyva, M. & Calenzani, A. (2014). Modelo del proceso jerárquico analítico para optimizar la localización de una planta industrial. *Industrial Data*, 17 (2), 112-119. <https://doi.org/10.15381/idata.v17i2.12056>

Sánchez, M. & Garrido, L. (2013). Propuesta metodológica para integrar el seguimiento financiero a la planeación de la producción. XVIII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática, México. <http://132.248.164.227/congreso/docs/xviii/docs/11.19.pdf>

- Saraçoğlu, Ö., Arslan, M., & Turkay, M. (2015). Aggregate planning problem from sustainability perspective. *2015 4th International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*, 181-186. <https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2015.7136616>
- Schenker, S., Steingrímsson, J., Borndörfer, R. & Seliger, G. (2015). Modelling of bicycle manufacturing via multi-criteria mixed integer programming. *Procedia CIRP*, 26, 276-280. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.068>
- Smith, R., Correa, A. & Aristizábal, J. (2004). Un enfoque de análisis multiobjetivo para la planeación agregada de producción. *Dyna*, 71(141), 15-27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49614104>
- Tabone, L., Mortara, V., Morcela A., Boloquy I., & Bounoure J. (2020). Análisis multicriterio aplicado a la selección de un Plan Agregado de Producción. *International Conference of Production Research-Americas (ICPR-Americas)*, p. 330. Bahía Blanca, Argentina.
- Tapiero, S., Trujillo Barrios, D., & Guzmán, N. (2017). Aplicação de processo AHP analytic hierarchy para definir o melhor café da avaliação dos cafés especiais. *Coffee Science*, 12 (3), 374-380. <https://doi.org/10.25186/cs.v12i3.1301>
- Tirkolaee, E., Goli, A. & Weber, G. (2019). Multi-objective Aggregate Production Planning Model Considering Overtime and Outsourcing Options Under Fuzzy Seasonal Demand. In: Hamrol, A., Kujawińska, A., Barraza, M. (eds) *Advances in Manufacturing II. MANUFACTURING 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-18789-7_8
- Toskano, G. (2005). *El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores*. Tesis de Pregrado, UNMSM, Perú. http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/Basic/toskano_hg/toskano_hg.pdf
- Vaidyaa, O. S. & Kumarb, S. (2006). Analytic hierarchy process: An overview of PAPlications. *European Journal of Operational Research*, 169 (1), 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028>
- Xu, Z. & Liao, H. (2014). Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchy Process, *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 22 (4), 749-761. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2013.2272585>

Autores

Luciana B. Tabone. Ingeniera Industrial y Especialista en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Docente e investigadora del Dto. de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3755-5336>

Email: ltabone@fi.mdp.edu.ar

Ignacio Boloquy. Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Docente e investigador del Dto. de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0466-5723>

Email: iboloquy@fi.mdp.edu.ar

Verónica A. Mortara. Ingeniera Electricista y Especialista en Administración de Negocios Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Docente e investigadora del Dto. de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2387-2963>

Email: vmortara@fi.mdp.edu.ar

Antonio Morcela. Ingeniero Industrial Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina; Máster en Innovación y Gestión Estratégica (ISECOM, España) y estudiante del Magister en Ciencias, Tecnología y Sociedad De la Universidad Nacional de Quilmes, Argentina. Docente e investigador del Dto de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Director del Departamento de Ingeniería Industrial.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0569-9450>

Email: omorcela@fi.mdp.edu.ar

Jacqueline Bonoure. Ingeniera Industrial de la Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. Docente e investigadora del Dto. de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1290-1642>

Email: jacqueline.bounoure@fi.mdp.edu.ar

Recibido: 23-12-2021

Aceptado: 18-06-2022

Avaliação da percepção de valor do cliente de jornais digitais: estudo de caso de uma empresa jornalística na região sul do Brasil

Assessment of customer value of digital newspapers: case study of a journalistic company in southern Brazil

Léo Vander Chaves Lima, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco

Palavras-chave: percepção de valor; jornal digital; jornal online; willingness to pay; disposição a pagar

Key words: value perception; digital newspaper; online newspaper; willingness to pay; willingness to pay

RESUMO

Este estudo apresenta uma análise sobre a percepção de valor dos clientes do jornal digital (ou jornal online) de uma empresa jornalística de Porto Alegre, no sul do Brasil. O estudo justifica-se pelo cenário que a indústria jornalística se encontra, onde a circulação de jornais impressos vem diminuindo, enquanto que os assinantes digitais crescem, porém não na mesma proporção. Torna-se necessário olhar para os consumidores como fonte de informação para aumentar a assertividade na oferta dos serviços de assinatura de jornais digitais. Sendo assim, o presente trabalho avalia a percepção de valor, utilizando um instrumento com oito dimensões de valor percebido e mais sete itens sobre a disposição do cliente a pagar por notícias online. Analisando os resultados, foi possível entender quais são as dimensões e os itens mais valorizados pelos clientes, bem como os itens menos valorizados em jornais digitais.

ABSTRACT

This study presents an analysis of customer's value perceptions related to digital newspaper (or online newspaper) of a journalistic company in Southern Brazil. The study is justified by the scenario that the journalistic industry is facing in Brazil, where the circulation of printed newspapers has been decreasing, while digital subscribers grow, but not in the same proportion. It becomes necessary to look at consumers as a source of information to increase assertiveness in the offer of digital newspaper subscription services. Therefore, the present work assessed the perception of value, using an instrument with eight dimensions of perceived value and seven items about customer's willingness to pay for online news. Analyzing the results, it was possible to understand which dimensions and items are most valued by customers, as well as the least valued items in digital newspapers.

INTRODUÇÃO

A mídia impressa no Brasil passa por um momento delicado, pois os grandes jornais brasileiros estão perdendo leitores e assinantes nos últimos anos, seja motivado pela mudança de comportamento ou pela situação econômica do Brasil. Segundo o Instituto Verificador de Comunicação (IVC) de 2015 a 2017, a redução na circulação média diária impressa foi de 520 mil exemplares. Em 2018 os dez maiores jornais brasileiros tiveram um saldo negativo na circulação de jornal impresso. Por outro lado, o meio digital surge como um novo caminho para sustentar, e até ampliar, a circulação destes mesmos jornais. Quatro dos cinco maiores jornais do país tiveram sua circulação digital ampliada em 2018, na comparação com a média de circulação de 2017 (IVC, 2018), em alguns casos o bom desempenho das assinaturas digitais fez com que a média geral de circulação dos veículos crescesse. O modelo de assinatura digital dos jornais brasileiros segue uma tendência global, em que jornais tradicionais, como o The New York Times (NYT), disponibilizam todo o conteúdo produzido em portais de notícias na internet, através de plataformas digitais como sites e aplicativos (ABI, 2019). O NYT divulgou números de 2018 que mostram um crescimento de aproximadamente 27% no número de assinaturas digitais ao longo de 2018, totalizando 3,4 milhões de assinantes digitais no final de dezembro de 2018 (Jornal Estadão, 2019). No Brasil jornais como O Globo, Folha de São Paulo

e Zero Hora trabalham com o modelo de assinatura digital com planos mensais de assinatura.

Neste contexto, há um novo segmento ainda pouco explorado, onde o cliente do jornal impresso passa a ser o consumidor de produtos e serviços digitais. Além do consumidor migrado do jornal impresso, há também o consumidor de produtos e serviços digitais online, que consome o conteúdo dos jornais no meio digital (Abaidi e Vernet, 2018). Com isso, torna-se importante para as empresas jornalísticas entender o comportamento de seus clientes, a fim de melhorar a oferta de seus produtos e serviços. Existem diversas formas para se obter informações sobre os hábitos de consumo dos clientes, como por exemplo análise de dados de navegação em sites, identificando padrões de consumo, dados demográficos do consumidor através de formulários de cadastro, dentre outras informações relevantes para o entendimento e a classificação de clientes (Solomon, 2008). No entanto, as empresas pouco sabem sobre as emoções e motivações das interações dos clientes com seus produtos e serviços.

Segundo Kotler (2000), as escolhas de compra de uma pessoa são influenciadas por fatores psicológicos predominantes: motivação, percepção, aprendizagem e crenças e atitudes. Além disto, outras variáveis estão associadas à decisão do cliente na escolha de determinado produto ou serviço. Muitas delas são conhecidas e

são facilmente mapeadas pelas empresas, já outras estão relacionadas ao valor percebido pelo indivíduo. A abordagem do valor percebido envolve a análise de muitos aspectos, tais como: a variação do grau de importância dos atributos de valor à medida que a sua relação com o produto (ou serviço) aumenta; o aumento das expectativas, onde algo que representa um bom valor hoje pode não ser mais daqui um breve período de tempo (Seth; Mittal; Newman, 2001).

Slack (1998) afirma que o valor pode ser definido como o grau de importância que o consumidor atribui ao bem ou serviço. Então, para os clientes, o valor está relacionado à percepção dos mesmos sobre a oferta de produto ou serviço. O valor percebido é definido por Zeithaml (1988) como a avaliação global do consumidor em relação à utilidade do produto com base na percepção do que é recebido em troca do que é dado em troca. Com isso, não basta apenas ofertar algo ao consumidor, é preciso criar uma oferta inovadora, que leve em consideração toda a experiência do consumidor e que não se preocupe apenas em entregar um bem ou serviço.

No entanto, as empresas possuem dificuldades para entender o que o consumidor quer e entende como valor, pois compreender as necessidades e os desejos dos clientes nem sempre é uma tarefa fácil. Alguns consumidores tem necessidades das quais não tem plena consciência, ou não conseguem articular essas necessidades, ou então empregam palavras que exigem alguma interpretação (Kotler, 2012).

Existem diversos estudos que propõem modelos de avaliação do valor percebido para produtos e serviços, tais como: PERVAL, desenvolvido por Sweeney e Soutar (2001), um modelo de mensuração do valor percebido que serviu como referência para diversos outros instrumentos para mensurar o valor percebido. Patrick (2002) adaptou o modelo PERVAL e criou um novo instrumento específico para serviços (SERVPERVAL), abordando dimensões relevantes para serviços. Porém, na literatura não existe um modelo consolidado para avaliar o valor percebido de serviços digitais.

Neste cenário, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a percepção de valor dos clientes do jornal digital de uma empresa jornalística de Porto Alegre, identificando o que os consumidores enxergam como valor ao escolher um portal de notícias online para acessar e até mesmo pagar pelo conteúdo online, muitas vezes migrando de uma assinatura do jornal impresso para um assinatura apenas digital. O estudo assume relevância pois busca auxiliar na tomada de decisão de gestores, direcionando ações para garantir os atributos valorizados pelos clientes de jornais digitais, resultando em melhorias nos produtos e serviços disponíveis atualmente.

Este artigo é organizado conforme segue. Após essa introdução, a seção 2 apresenta um referencial teórico sobre os temas relacionados à percepção de valor. Na seção 3 é apresentado o método utilizado para realizar a pesquisa e na seção 4 são apresentados e discutidos os resultados.

Por fim, a última seção apresenta as devidas conclusões sobre o trabalho, limitações e propostas de trabalhos futuros.

Referencial teórico

Esta seção visa apresentar os principais conceitos sobre jornais digitais, sobre valor percebido em serviços e definições sobre a disposição a pagar. A seção foi dividida em três partes: jornal digital, valor percebido em serviços e willingness to pay.

Jornal digital

Devido ao aumento da conectividade e a presença da tecnologia da informação no cotidiano das pessoas, a adoção de tecnologias digitais está mudando a natureza dos produtos e serviços que as empresas oferecem aos clientes, desenvolvendo uma significativa transformação em curso na sociedade contemporânea (Hagberg et al., 2015). Com isso, os serviços digitais vêm atraindo consumidores por suas características que envolvem muitas vezes a combinação de bens digitais e serviços intangíveis. Os serviços digitais estão frequentemente inseridos em modelos de negócio digitais que têm sido definidos como a maneira pela qual a empresa entrega valor aos clientes, atrai os clientes a pagar pelo valor percebido e converte esses pagamentos em lucro (Teece, 2010).

No contexto de jornais digitais, torna-se importante diferenciar bens e serviços, pois muitas empresas oferecem o serviço de assinatura digital mensal que garante o acesso aos conteúdos produzidos e publicados nas plataformas digitais (sites e aplicativos de notícias online) dos jornais,

além de uma versão digitalizada do jornal impresso (Abaidi e Vernet, 2018). Lovelock e Wright (2001) definem que um serviço entrega valor ao cliente sem oferecer a propriedade permanente de algo tangível. Por sua vez, um bem digital pode ser definido como uma entidade híbrida, entre um produto físico e um serviço, combinando características de produtos físicos como potencial padronização, armazenamento e separação entre produção e consumo, com a intangibilidade de serviços (Koiso-Kanttila, 2004).

Esta pesquisa concentra-se em serviços de jornais digitais, por isso é importante compreender que o termo “jornal digital” ou “jornal online” pode ser interpretado como: 1) a réplica digitalizada de um jornal impresso, como por exemplo o jornal The New York Times disponível online, ou 2) o portal de notícias online onde são publicados todos os conteúdos exclusivos produzidos pelo jornal, por exemplo o portal de notícias NYTimes.com (Riefler, 2003; Swatman et al., 2008). Devido às características que variam entre os conceitos de bens e serviços, um jornal digital pode ser considerado um sistema produto serviço (Product Service System - PSS), que visa a venda do uso ao invés do produto em si (Baines et al., 2007).

Goedkoop et al. (1999) contribuíram com a primeira definição de PSS, afirmando que um PSS é um conjunto comercializável de produtos e serviços capazes de atender, em conjunto, às necessidades de um usuário. Os autores destacaram que o PSS é uma decisão estratégica das empresas para

serem competitivas, satisfazendo as necessidades dos clientes com um menor impacto ambiental. Baines et al. (2007) acrescentaram que no PSS a ênfase está na "venda de uso" em vez da "venda de produto" e alguns autores ainda enfatizaram que o PSS deve criar utilidade e gerar valor ao cliente (Boehm e Thomas, 2013; Neely, 2008). Neste sentido, jornais digitais oferecem como serviço a assinatura digital, que garante o acesso aos produtos digitais como a versão réplica do jornal impresso e os conteúdos produzidos para o portal de notícias online.

Valor percebido em serviços

Diferentes autores desenvolveram pesquisas com a finalidade de definir valor percebido (Zeithaml, 1988; Kotler e Keller, 2012). Boksberger e Melsen (2011) afirmaram que não existe um consenso sobre a definição e o conceito de valor percebido. Contudo, o que se percebe é que há sempre uma comparação entre os benefícios e os sacrifícios percebidos pelo consumidor (Zeithaml, 1988; Kotler e Keller, 2012; Kumar e Reinartz, 2016).

O conceito de Zeithaml (1988) foi utilizado como referência para diversos outros estudos baseados no tema e diz que "o valor percebido é a avaliação global do consumidor em relação à utilidade do produto com base na percepção do que é recebido em troca do que é dado em troca". O valor percebido é também a base fundamental para diversas atividades organizacionais e considerado essencial para o sucesso de uma empresa devido ao

seu impacto significativo na fidelidade à marca (García-Fernández et al., 2018).

De acordo com Iglesias e Guillén (2004), o processo de compra pelo consumidor é composto por cinco etapas distintas. No caso de um serviço, a primeira etapa envolve a avaliação de um grupo de alternativas, considerando itens como disponibilidade, qualidade, preço e marketing. Na segunda etapa estima-se a percepção de valor sobre o serviço, ponderando os benefícios esperados e os sacrifícios para obter a experiência. Na etapa três são comparadas as opções disponíveis no mercado e uma é escolhida pelo consumidor e na sequência (etapa quatro), decide-se se irá pagar ou não pelo serviço. Na última etapa, após a experiência com o serviço escolhido e influenciado pelo nível de satisfação ou insatisfação com o desempenho, o cliente indica ou não o serviço para outra pessoa.

Desta forma, o valor percebido representa a agregação de benefícios que o cliente está buscando, esperando ou experimentando, bem como as possíveis consequências indesejáveis resultantes deles (Kumar e Reinartz, 2016). Iglesias e Guillén (2004) destacam que a formação da percepção de valor não depende necessariamente de uma experiência própria anterior, visto que atributos como qualidade e preço podem ser percebidos sem interação com o serviço. Para Kouhia (2017) o valor percebido pelos consumidores é definido como uma relação complexa entre os benefícios percebidos em relação aos sacrifícios que o consumidor enfrenta ao fazer uma compra. Os benefícios podem ser, por exemplo, a

utilidade e a praticidade, enquanto os sacrifícios geralmente referem-se ao investimento financeiro necessário inerente à compra.

Os benefícios percebidos são essencialmente os valores hedônicos e utilitários, que são altamente subjetivos, filosóficos e relativos, tornando a proporção diferente para cada indivíduo. Kotler e Keller (2012) dividem o benefício total entre: benefício do produto, dos serviços, do pessoal e da imagem. Enquanto o custo total para o cliente é definido em função do custo monetário, de tempo, de energia física e psicológico necessário para avaliar, obter, utilizar e descartar um produto ou serviço.

Os custos (sacrifícios) monetários definidos por Zeithaml (1988) incluem não só o preço de compra, mas também outras despesas necessárias, como deslocamento e serviços de facilitação. Os custos não monetários incluem: 1) custos de tempo: tempo total que o cliente gasta para sua experiência do serviço; 2) custo de energia física: relacionado aos esforços físicos negativos realizados pelo cliente durante o processo de entrega do serviço; e 3) custo psicológico: relacionados aos esforços mentais e emocionais negativos realizados, como sensação de medo. Para que os consumidores obtenham ganhos ao usufruir do serviço, estes custos devem ser minimizados (Lovelock e Wright, 2001).

Para mensurar o valor percebido, Sweeney e Soutar (2001) desenvolveram um instrumento (PERVAL) com quatro dimensões, que serviu como referência para estudos subsequentes sobre o tema

(Petrick, 2002). Os autores argumentaram que os fatores de valor previamente desenvolvidos não conseguiram captar a real dimensão do que o cliente valorizava, porque o foco era principalmente na relação entre preço, qualidade e valor (Zeithaml, 1988). O modelo PERVAL foi baseada em componentes utilitários (qualidade e preço) e componentes hedônicos (social e emocional) para medir valores de consumo que afetam as atitudes e comportamentos de compra em um ambiente de varejo (Sweeney e Soutar, 2001).

Baseado no modelo de Sweeney e Soutar (2001), Petrick (2002) criou um instrumento multidimensional específico para avaliar o valor percebido de um serviço, conhecida como SERVPERVAL. Ela é composta por dois grandes grupos: o que o consumidor recebe (benefícios) e o que ele oferece em troca para obter o serviço (sacrifícios). Estes dois grupos estão divididos em cinco dimensões (qualidade recebida, a resposta emocional, a reputação, os custos monetários e não-monetários) compostas por vinte e cinco itens de avaliação. O instrumento foi testado em uma pesquisa com estudantes que haviam consumido o serviço de um fast-food em um determinado período.

No segmento de jornais, Abaidi e Vernet (2018) utilizaram em seu estudo as dimensões definidas por Zeithaml (1988) para construir um modelo que avaliou a relação entre valor global percebido (benefícios utilitários e hedônicos, preço monetário e não monetário) e a intangibilidade percebida (física e mental).

Os autores descobriram que a digitalização de um jornal reduz fortemente o valor global percebido pelo consumidor. Eles afirmaram que para um conteúdo editorial equivalente (à réplica de um jornal impresso), o produto deve ser vendido mais barato do que sua versão impressa. No entanto, a digitalização pode incorporar novos benefícios utilitários ao produto,

contribuindo para aumentar o valor global percebido e, assim, mitigar a perda de valor intangível do produto. Além disso, qualquer aumento em sua intangibilidade mental reduz fortemente os benefícios utilitários e hedônicos da oferta digital, por isso o produto digital deve permanecer amigável ao usuário.

Tabela 1. - *Comparativo entre os modelos*

Dimensões avaliadas	Modelos			
	Zeithaml (1988)	Sweeney e Soutar (2001)	Petrick (2002)	Abaidi e Vernette (2018)
Social		X		X
Emocional		X	X	X
Qualidade	X	X	X	X
Reputação			X	X
Custo Monetário	X	X	X	X
Custo Não-Monetário	X		X	X
Valor Global	X			X
Intangibilidade Física				X
Intangibilidade Mental				X

No segmento de jornais não existem muitos estudos publicados relacionados ao tema percepção de valor do serviço de assinaturas de jornais digitais, pois além de ser um modelo de negócio relativamente novo adotado por jornais tradicionais, não existe um modelo específico bem definido e validado como o SERVPERVAL para avaliar a percepção de valor em serviços digitais. Alguns autores como Abaidi e Vernette (2018) adaptaram modelos existentes para o contexto de jornais, de acordo com o objetivo do estudo. Isto reforça a relevância do presente estudo, contribuindo para o entendimento do valor percebido pelos consumidores de jornais

digitais, a fim de contemplar o máximo de características que afetam na decisão de compra dos clientes destes serviços.

Willingness to pay

Willingness to pay (ou willing to pay - WTP) é uma expressão utilizada em estudos que buscam entender o quanto um consumidor está disposto a pagar por algo, por isso a expressão WTP pode ser definida como a quantidade máxima que um consumidor está disposto a gastar em um produto ou serviço (Breidert et al., 2006). Entender quanto o consumidor aceita pagar por um produto ou serviço é fundamental para formular estratégias

competitivas de precificação, utilizando táticas e promoções direcionadas.

Na literatura foram apresentados diversos métodos para medir a WTP e eles podem ser diferenciadas de acordo com a forma que eles medem a WTP do consumidor, que pode ser de forma direta ou indiretamente, e se medem de forma hipotética ou real (Braidert et al., 2006). Na abordagem direta os consumidores declaram diretamente sua disposição a pagar por um produto ou serviço específico, através de uma pergunta aberta. Na abordagem indireta, a WTP é calculada com base nas escolhas dos consumidores entre várias alternativas. As duas abordagens medem a WTP hipotética dos consumidores e, portanto, podem gerar um viés hipotético.

Abordagens mais realistas envolvem incentivos econômicos para o entrevistado, que precisa realizar uma compra que têm por base na WTP inferida de sua preferência, através do mecanismo Becker-DeGroot-Marschak (Wertenbroch et al., 2002; Miller et al., 2011). No entanto, um WTP real gerado com esses métodos pode nem sempre ser preciso, porque pode diferir da WTP mostrada nas compras reais do consumidor. Estudos mostraram que abordagens diretas e indiretas podem gerar resultados imprecisos por várias razões psicológicas e técnicas (Braidert et al., 2006).

O valor percebido pelo consumidor pode ter um impacto no valor que o consumidor está disposto a pagar pelo serviço. No estudo de Dwivedia et al. (2018) os autores

pesquisaram até que ponto a experiência positiva da marca pode influenciar os consumidores à conscientemente pagar um preço mais alto. Eles utilizaram uma amostra de novos consumidores de automóveis e a partir da análise dos questionários aplicados, descobriram um efeito direto da experiência da marca e efeitos mediadores parciais da credibilidade da marca e da exclusividade percebida.

Dou (2004) desenvolveu um modelo parcimonioso capaz de identificar os principais determinantes da disposição dos usuários de pagar por conteúdo online. A pesquisa foi realizada com usuários de um site de clip art e descobriu que para estes consumidores o conhecimento da marca contribui para a redução do risco associado ao pagamento de conteúdo online. Assim, é importante tornar as marcas dos sites de conteúdo visíveis na mente dos usuários. O estudo também destacou a importância do propósito de uso do conteúdo online, que teriam valor maior para fins profissionais, por exemplo.

No contexto de jornais digitais, através de uma pesquisa com consumidores, Donatello e Borrell (2002) descobriram que ter conhecimento sobre alternativas gratuitas afeta negativamente as percepções de valor das notícias online. Por outro lado, ter tal consciência é importante, já que a exclusividade do conteúdo é um motivador para avaliar o pagamento pelo conteúdo digital (Hanson, 2000).

METODOLOGIA

Esta seção apresenta a descrição dos procedimentos metodológicos adotados. A subseção 3.1 descreve o cenário da empresa onde o estudo é desenvolvido. A subseção 3.2, expõe o método de pesquisa utilizado de acordo com a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos. A subseção 3.3, descreve as etapas que compõem o método de trabalho para a realização deste estudo, sendo detalhada a sequência de atividades.

Descrição do cenário

O estudo é realizado em uma empresa jornalística pertencente a um grupo de mídia que trabalha com jornalismo, entretenimento e serviços através de emissoras de rádio e de televisão, jornais e portais de internet. A empresa atua na região sul do Brasil, com foco em notícias do Rio Grande do Sul, sendo caracterizada como um jornal regional.

A empresa vem adotando novas estratégias para o jornal, uma vez que está presente nas redes sociais, possui uma versão digital do jornal e desde 2007 e um portal de notícias na internet, além da tradicional versão impressa. Nos últimos anos a empresa passou por mudanças e lançou

um novo portal de notícias com uma nova marca, substituindo o antigo portal existente. O portal de notícias pode ser acessado através do site ou do aplicativo para smartphones.

O jornal é distribuído através de planos mensais de assinatura e o preço de venda praticado pela empresa varia de acordo com a modalidade da assinatura. Para assinatura do jornal impresso com dois dias de entrega, por exemplo, o preço médio fica acima de R\$ 60,00 (sessenta reais) por mês. O jornal impresso também é distribuído através da venda avulsa da edição diária em pontos de vendas como supermercados, bancas de jornais e jornaleiros.

No portal de notícias, a empresa adota uma estratégia conhecida como paywall, bloqueando determinados conteúdos para quem não é assinante. O serviço de assinatura digital (sem entrega do jornal impresso) permite acesso a todo o conteúdo do portal de notícias e a assinatura. Existe outra modalidade digital que permite ter acesso à réplica digitalizada do jornal impresso, além do acesso aos conteúdos do portal de notícias.

Tabela 2. - *Tipos de assinaturas*

Tipo de assinatura	Preço médio da mensalidade	Total de assinaturas (dez/2018)
Digital	R\$ 19,90	86 mil
Impresso	Acima de R\$ 60,00	87 mil

Além de uma redação com jornalistas produzindo conteúdos para o jornal impresso e para o portal de notícias, a

empresa possui um time técnico focado nos produtos digitais da empresa (melhorias e novos desenvolvimentos) e uma estrutura

gerencial de assinaturas, dividida entre times responsáveis pela aquisição online de novos assinantes, aquisição via call center, retenção, relacionamento e engajamento dos assinantes, e um time de dados como área de apoio para os demais times. Atualmente os times são responsáveis pelo atingimento de metas como o crescimento da carteira de assinantes, a redução de cancelamentos (churn), além de metas de audiência para os conteúdos do portal de notícias.

O número de assinantes digitais cresceu 1% no período entre janeiro de 2017 e janeiro de 2018, e a expectativa é que a carteira de assinantes digitais continue aumentando nos próximos anos. Em contrapartida, a carteira de assinantes do jornal impresso diminuiu 11% no mesmo período, indicando uma mudança no comportamento dos consumidores da empresa, pois muitos dos assinantes do jornal impresso cancelando o jornal impresso e alguns estão migrando para modalidades de assinatura digital, seja para pagar um preço mais baixo ou para consumir apenas os conteúdos digitais.

No entanto, o preço de uma assinatura digital chega a ser até 85% mais baixo que o preço de uma assinatura do jornal impresso para algumas modalidades. Desta forma, a empresa mantém um equilíbrio entre assinantes do jornal impresso e assinantes digitais, cobrindo a receita mais baixa de assinaturas digitais com a receita mais alta do impresso.

Entender o que é valorizado pelo consumidor do jornal digital auxiliará não só na tomada de decisão quanto à retenção

dos clientes atuais, mas também irá ajudar na aquisição de novos assinantes, através da identificação dos atributos que levam um potencial cliente a pagar por um serviço de assinatura digital.

Caracterização do método de pesquisa

Com relação a sua natureza, classifica-se a pesquisa como aplicada, uma vez que seus resultados ajudaram a empresa a entender um problema específico, através do entendimento da percepção de valor dos clientes de jornais digitais, identificando os principais benefícios e custos considerados por estes. Quanto a sua abordagem, a pesquisa se enquadra tanto no tipo de pesquisa qualitativa, por meio da aplicação de entrevistas e questionários, quanto no tipo quantitativa, pois os dados abordaram não só qualidades e atributos, mas também valores numéricos (Marconi e Lakatos, 2011), envolvendo a coleta e tratamento destes dados numéricos, que serviram de entrada para as análises estatísticas realizadas e, conseqüentemente, auxiliaram na tomada de decisões gerenciais. Com relação aos objetivos classifica-se como descritiva exploratória, dado que a pesquisa envolveu o uso de questionários como instrumento de pesquisa para fornecer uma descrição do problema mencionado, apontando suas características (Malhotra, 2012). Quanto aos procedimentos, caracteriza-se como um estudo de caso, pois serão coletados e analisados dados referentes a empresa em estudo e percepções dos seus clientes.

Caracterização do método de trabalho

O método de trabalho foi dividido em quatro etapas distintas: (i) levantando dos atributos do valor percebido para jornais digitais, (ii) elaboração e validação do questionário, (iii) aplicação do questionário e coleta dos dados, e (iv) análise dos resultados. Essas quatro etapas serão apresentadas na sequência.

Inicialmente na etapa (i) foram realizadas entrevistas semiestruturadas com especialistas da empresa. Foram escolhidos dois entrevistados, um especialista em negócios digitais e outro em estratégias para produtos digitais, pois ambos fazem parte de áreas da empresa que são diretamente relacionadas à aquisição e à retenção de clientes. O entrevistado 1 (E1) possui cinco anos de experiência em análise de performance de negócios digitais, atuando como analista e como coordenador na empresa estudada. O segundo entrevistado (E2) possui dois anos de experiência na empresa e trabalha com análise de estratégia para produtos digitais. Os dois foram escolhidos devido ao grau de conhecimento sobre jornais digitais e tempo de experiência.

As entrevistas semiestruturadas começaram com alguns tópicos e seguiram como uma conversa, onde as respostas foram registradas em forma de anotação. As entrevistas abordaram os seguintes tópicos: 1) O que faz alguém querer ser um assinante digital do jornal? 2) O que é valorizado pelo assinante? 3) O que não é valorizado?

A partir das entrevistas, entendeu-se que em termos de conteúdo o usuário enxerga como valor as notícias Breaking News, o consumo rápido de notícias, a opinião de colunistas, conteúdos especiais (vídeos e podcasts), reportagens mais profundas e os motivadores seriam o hábito, a necessidade de informação de qualidade e a confiança na marca. As entrevistas foram importantes para entender a perspectiva da empresa com relação à percepção do valor dos clientes do jornal digital. Além disto, as entrevistas ajudaram a entender quais itens devem ser considerados na pesquisa, de acordo com as particularidades do segmento de jornais digitais.

Na etapa (ii) foi desenvolvido o instrumento baseado nas dimensões definidas nos modelos de Abaidi e Vernet (2018), Sweeney e Soutar (2001), Petrick (2002) e Zeithaml (1988), e nas respostas dos entrevistados, realizadas na etapa (i), visando identificar os benefícios e os custos envolvidos, na perspectiva do cliente de serviços de jornal digital. As questões de avaliação dos atributos foram categorizadas em oito dimensões: segurança, confiabilidade, aspectos tangíveis, resposta emocional, social, reputação, custos monetários e custos não-monetários. Para caracterizar a amostra e possibilitar sua estratificação, o instrumento possuía perguntas iniciais abordando gênero, idade, frequência de uso do serviço e tempo de assinatura. No final do questionário, havia uma pergunta referente a WTP, para identificar a disposição a pagar por uma assinatura digital.

Tabela 3. Perguntas sobre o perfil do usuário

#	Pergunta
1	Qual a sua idade?
2	Com qual gênero você se identifica?
3	Onde você mora?
4	Você costuma ler notícias em jornais online?
5	Com qual frequência você acessa algum dos jornais online?
6	Qual dispositivo você mais utiliza para ler notícias online?
7	Você atualmente paga para ser assinante de algum jornal online?
8	Quanto tempo faz que você possui uma assinatura?
9	Você utiliza algum outro serviço digital, como por exemplo Netflix, Spotify, etc.?
10	Você é assinante ou já foi assinante de algum jornal impresso?

Tabela 4. Perguntas sobre a disposição a pagar

Disposição a pagar	D01. assinaria um jornal impresso para ter acesso à sua versão online
	D02. aceitaria acessar alguma propaganda para poder acessar gratuitamente as notícias online
	D03. pagaria o mesmo valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online
	D04. pagaria menos do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online
	D05. pagaria mais do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online
	D06. preferiria acessar portais de notícias gratuitos não vinculados a jornais
	D07. não pagaria para ter acesso ao conteúdo apenas online

O objetivo da utilização do questionário fechado é a coleta de dados mediante uma série de perguntas, as quais foram respondidas pelos entrevistados sem a presença do entrevistador. A principal vantagem da utilização do questionário online é a possibilidade de obter respostas rápidas e precisas de um número maior de entrevistados, evitando possíveis distorções pela influência da presença do entrevistador.

A amostra e o tamanho dela foram definidos também nesta etapa. A técnica utilizada para definir a amostra foi a

amostragem por conveniência, de acordo com Malhotra (2012), caracterizada como não probabilística. Esta foi a técnica escolhida porque a escolha dos entrevistados não foi feita de modo aleatório, já que os respondentes foram consumidores assinantes dos serviços de jornal digital, e clientes potenciais do serviço de assinatura. Para definir o tamanho da amostra foi utilizada a recomendação de Malhotra (2012), em que o tamanho mínimo da amostra deve ser igual a quatro vezes o número total de atributos do questionário. Desta forma, o

tamanho mínimo da amostra ficou definido em 172 respostas.

Para validar o instrumento antes de sua aplicação, o questionário foi testado pessoalmente com cinco entrevistados, observando suas reações durante o preenchimento, a fim de identificar possíveis problemas como a falta de clareza do vocabulário ou a necessidade de dados faltantes. A aplicação do questionário teste foi feita pelo próprio autor e as correções necessárias foram feitas antes da aplicação oficial na etapa (iii).

Na etapa (iii) os dados foram coletados por meio da aplicação do questionário online. Os entrevistados responderam através de uma escala de Likert de cinco pontos, variando entre “discordo totalmente” e “concordo totalmente”. Esta escala atribui um grau de aprovação ou desaprovação em relação às proposições que foram feitas. Os entrevistados foram convidados a

responder o questionário através de e-mail e redes sociais.

Por fim, na etapa (iv), foram analisados os dados obtidos através do questionário, a fim de obter insights e conclusões sobre o caso. Para verificar a confiabilidade do questionário, foi utilizado o coeficiente de alfa de Cronbach (Cortina, 1993). Em seguida foi feita uma análise estatística, calculando primeiramente as médias e os desvios padrões das respostas do questionário. A partir da informação que classifica os assinantes de jornais impresso, foram realizadas análises da influência deste atributo na média das respostas utilizando a técnica estatística de análise de variância para aprofundar a interpretação dos dados. Nas seções seguintes, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da implementação das etapas propostas.

RESULTADOS

A presente seção tem como objetivo apresentar e detalhar os resultados provenientes da aplicação do método de trabalho citado anteriormente.

Análise descritiva

Com a aplicação do questionário *online*, obteve-se uma amostra de 176 respostas, sendo 51% dos entrevistados do sexo masculino e 49% do sexo feminino. Em relação a idade, a maior concentração de respondentes ficou no grupo entre 26 e 35 anos.

Em sua maioria, os entrevistados são moradores da cidade de Porto Alegre ou

região metropolitana (87,8%), com o hábito de ler notícias em jornais *online* (80%) e com frequência maior que três vezes na semana (57,1%).

Em relação ao modo de consumo, 69% dos entrevistados utilizam celulares ou *smartphones* para ler notícias. Os jornais Folha de São Paulo, Estadão e GaúchaZH (Zero Hora) foram os mais citados quando solicitado ao entrevista os jornais *online* que costumam acessar.

Sobre pagar para ter acesso a notícias online, 39% dos entrevistados responderam que são assinantes de algum jornal *online* e quando perguntado quais os

jornais *online* que eles possuem assinatura, foram citados três portais de notícias: GaúchaZH, O Globo e Valor Econômico. Entre os entrevistados assinantes de algum serviço de assinatura, 43% são assinantes a menos de seis meses, enquanto que 57% são assinantes a mais de um ano. Em relação à utilização de outros serviços digitais, como Netflix e Spotify, 98% dos entrevistados responderam que utilizam outros serviços digitais.

A pergunta “você é assinante ou já foi assinante de algum jornal impresso?” mostrou que 53,1% dos participantes não assinantes de jornais impresso, 28,6% não são assinantes de jornais impresso, mas já foram (ex-assinantes). Apenas 18,4% são assinantes de algum jornal impresso.

As perguntas relacionadas a disposição a pagar mostraram que apenas 26,1% do entrevistados concordaram com a afirmação “assinaria um jornal impresso para ter acesso a sua versão online”. 67,6% aceitariam ver alguma propaganda para poder acessar gratuitamente as notícias online. 59,1% dos entrevistados não aceitariam pagar o mesmo valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online. 61,4% aceitariam pagar menos do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online e apenas 14,2% aceitariam pagar mais do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas *online*.

Ainda sobre a disposição dos usuários a pagar por jornais *online*, 52,8% dos usuários preferem acessar portais de notícias gratuitos não vinculados a jornais e 62,2%

não pagariam para ter acesso a notícias apenas *online*.

Coeficiente de alfa de Cronbach

A fim de verificar a confiabilidade do questionário, foi realizado o cálculo do coeficiente de alfa de Cronbach, através da expressão matemática estruturada por Lee J. Cronbach em 1951, que mensura as correlações entre os itens de um determinado instrumento (CORTINA, 1993). A expressão matemática está descrita na equação (1), onde α = alfa de Cronbach; n = número total de itens do questionário; V_{itens} = variância de cada item do questionário e V_{quest} = variância total do questionário.

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum V_{itens}}{V_{quest}} \right) \quad (1)$$

Visto que o questionário possuía oito dimensões avaliadas, calculou-se o alfa para cada uma das dimensões. Freitas e Rodrigues (2005) classificam intervalos de valores de alfa para determinar o grau de confiabilidade do questionário e indicam que valores maiores que 0,60 são consideradas satisfatórias. Além disso, consideram a confiabilidade muito baixa para valores de alfa menores que 0,30. Entre 0,30 e 0,60 a confiabilidade é considerada baixa. De 0,60 até 0,75 é considerada moderada. Entre 0,75 e 0,90 a confiabilidade é considerada alta e para valores acima de 0,90 é considerada muito alta. Na Tabela 5 estão ilustrados os valores de alfa obtidos para cada dimensão e suas respectivas classificações de confiabilidade.

Tabela 5. Alfa por dimensão

Dimensão	Alfa	Confiabilidade do questionário
Segurança	0,9471	Muito alta
Confiabilidade	0,8983	Alta
Aspectos tangíveis	0,9206	Muito alta
Resposta emocional	0,9334	Muito alta
Social	0,9627	Muito alta
Reputação	0,9583	Muito alta
Custos monetários	0,9644	Muito alta
Custos não-monetários	0,9612	Muito alta

Com uma dimensão classificada como alta confiabilidade e sete dimensões classificadas como muito alta confiabilidade, cada dimensão foi verificada e não houve a necessidade de purificação do instrumento. O bloco com questões sobre disposição a pagar também foi verificado e obteve um alfa igual a 0,94, o que significa uma confiabilidade muito alta. Conclui-se que há correlação entre os itens dentro de cada uma das dimensões,

confirmando a estabilidade do instrumento.

Análise estatística

Realizou-se uma análise estatística, para avaliar cada item de percepção de valor, onde foram calculadas as médias e os desvios padrões de cada um deles. Também foram calculados para cada uma das oito dimensões. A Figura 1 apresenta as notas médias atribuídas para cada dimensão avaliada.

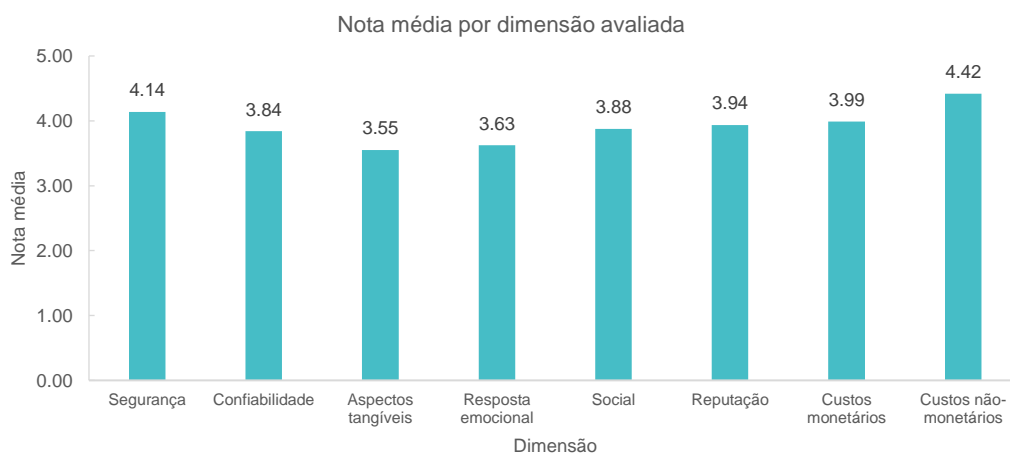


Figura 1. Nota média por dimensão

A dimensão “custos não-monetários” apresentou a maior média e a dimensão “aspectos tangíveis” teve a menor média e o maior desvio padrão entre as dimensões.

A Tabela 6 apresenta os valores das médias e dos desvios para cada um dos itens avaliados em cada uma das dimensões.

Tabela 6. Média e desvio padrão

Dimensão	Código	Item	Média Item	Desvio Padrão Item	Média Dimensão	Desvio Padrão Dimensão
Segurança	V01	que tenha boas manchetes na capa do site	4,05	1,03	4,14	0,90
	V02	que tenha notícias diversificadas	4,16	0,74		
	V03	que as informações sejam abrangentes	4,13	0,96		
	V04	que as notícias tenham profundidade	4,20	0,81		
	V05	que tenha conteúdo diferenciado	4,14	0,91		
Confiabilidade	V06	que possua atualização das notícias em tempo real	4,27	0,78	3,84	1,23
	V07	que possua uma postura imparcial frente aos fatos	4,11	0,90		
	V08	que tenha clareza na escrita dos textos publicados	4,59	0,74		
	V09	que possua conteúdos exclusivos para assinantes	2,47	1,30		
	V10	que tenha informações sobre tempo e/ou trânsito	3,77	1,08		
Aspectos tangíveis	V11	que o site possua uma boa aparência	4,23	0,89	3,55	1,29
	V12	que os conteúdos estejam organizados	4,51	0,68		
	V13	que tenha programas em áudio (<i>podcasts</i>)	3,06	1,19		
	V14	que tenha programas em vídeo	3,29	1,23		
	V15	que tenha espaço publicitário	2,65	1,30		
Resposta emocional	V16	que transmita emoção e a real opinião dos colunistas	3,03	1,12	3,63	1,18
	V17	que tenha jornalistas e colunistas com quem me identifique	3,46	1,11		
	V18	que transmita minha cultura e tradições locais	3,52	1,16		
	V19	que me proporcione sensações de alegria e prazer	3,55	1,18		
	V20	que me proporcione sensações emocionais positivas	4,57	0,67		
Social	V21	que esteja presente nas redes sociais	3,93	1,07	3,88	1,09
	V22	que tenha interatividade com o público	3,85	1,06		
	V23	que tenha presença em outras plataformas (rádio, tv)	3,38	1,23		
	V24	que me deixe atualizado para que eu faça parte das conversas	3,82	1,10		
	V25	que tenha um canal de comunicação de fácil acesso	4,14	0,93		
	V26	que eu possa compartilhar uma notícia de forma fácil	4,14	0,95		
Reputação	V27	que possua status	3,39	1,05	3,94	1,05
	V28	que seja transparente	4,47	0,68		
	V29	que tenha credibilidade	4,52	0,83		
	V30	que seja respeitado, bem lembrado	4,19	0,94		
	V31	que tenha uma marca com boa imagem	3,89	1,05		
	V32	que tenha jornalistas e colunistas de renome	3,33	1,01		
	V33	que outras pessoas recomendem o site	3,76	1,09		
Custos monetários	V34	que ofereça descontos para assinatura	3,75	1,24	3,99	1,13
	V35	que cobre um preço razoável pela assinatura	4,09	1,12		
	V36	que seja econômico	4,13	1,05		
	V37	que aparente ser um bom negócio	3,98	1,08		
Custos não-monetários	V38	que seja fácil de acessar o portal	4,55	0,71	4,42	0,82
	V39	que seja fácil localizar as informações	4,57	0,64		
	V40	que não demore para carregar as notícias	4,56	0,64		
	V41	que não demore para realizar cadastro	4,29	0,90		
	V42	que seja fácil de adquirir uma assinatura	4,27	0,92		
	V43	que não me gere stress ou preocupação	4,27	0,97		

Entre as dimensões avaliadas, a dimensão “custos não monetários” obteve maior média, com valor de 4,42. Nesta dimensão, o item “que seja fácil localizar as informações” apresentou a maior média com o valor de 4,57, sendo também a segunda maior média entre os itens de todas as dimensões.

A dimensão “segurança” apresentou a segunda maior média, com valor de 4,14. O item “que as notícias tenham profundidade” apresentou média igual a 4,20, mostrando que os leitores valorizam quando as notícias apresentam uma maior profundidade sobre um determinado assunto.

Já os “custos monetários” apresentaram a terceira maior média, com valor de 3,99. O item com a maior média foi “que seja econômico” com o valor de 4,13. A “reputação” apresentou a quarta maior média, com o valor de 3,94 e dentro da dimensão o item “que tenha credibilidade” foi o que obteve a maior média. Em quinto lugar a dimensão “social” apresentou

média com valor de 3,88. O item “que tenha um canal de comunicação de fácil acesso” teve a maior média, com valor 4,14.

A dimensão “confiabilidade” teve média com valor 3,84 em sexto lugar. O item “que tenha clareza na escrita dos textos publicados” maior média dentro desta dimensão, com valor 4,59, sendo também o item com maior média entre os itens de todas as dimensões, indicando que este item é o mais valorizado pelos clientes entrevistados.

A “resposta emocional” foi a dimensão com a sétima maior média, com valor de 3,63. O item “que me proporcione sensações emocionais positivas” obteve média igual a 4,57 e foi a maior média dentro da dimensão e terceira maior média geral. Por último, a dimensão “aspectos tangíveis” obteve a menor média entre as dimensões, com valor de 3,55. O item “que tenha espaço publicitário” apresentou a menor média desta dimensão, com valor de 2,65, sendo então o item menos valorizado pelos entrevistados.

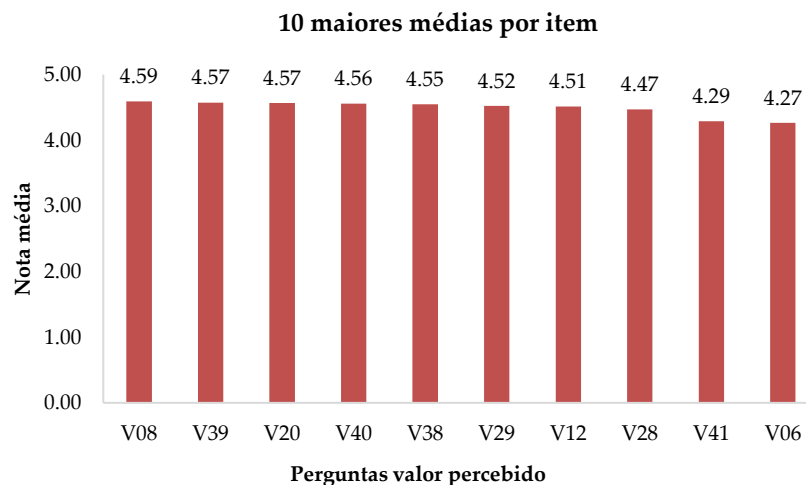


Figura 2. 10 maiores notas questão – valor percebido

Nota-se que os três itens de menores médias diziam respeito às dimensões confiabilidade, aspectos tangíveis e resposta emocional. Os itens de maiores médias diziam respeito às dimensões confiabilidade, custos não-monetários e resposta emocional. O item priorizado pelos entrevistados dentro da dimensão de confiabilidade refere-se à clareza na escrita dos textos publicados *online*, por outro lado não priorizam que o portal ofereça

conteúdos exclusivos para assinantes, que de acordo com o Hanson (2000) a exclusividade é motivador para avaliar o pagamento por conteúdo digital.

Além das dimensões de valor percebido, também foram analisadas as médias das perguntas do bloco sobre disposição a pagar por conteúdo online. A média geral deste bloco obteve o valor de 3,06 e o desvio padrão com o valor de 1,39.

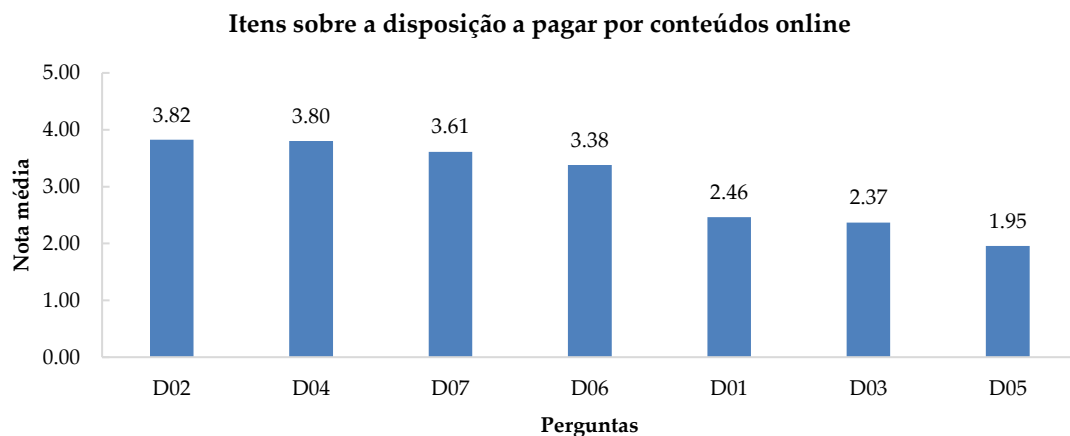


Figura 3. Nota média por questão – disposição a pagar

A pergunta com menor média foi a D05 (pagaria mais do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online), indicando que os entrevistados discordaram desta afirmativa e não pagariam por uma assinatura digital mais do que o valor de uma assinatura impressa. Já a questão D02 (aceitaria acessar alguma propaganda para poder acessar gratuitamente as notícias online) obteve a maior média, com um valor não tão alto quando comparado a média de outras questões do questionário, com valor igual a 3,82, indicando que na

média os entrevistados são indiferentes sobre aceitar propagandas para consumir notícias *online* grátis.

Análise de variância

A análise de variância examina o efeito de diferentes categorias de variáveis independentes (categóricas) sob a variável dependente (métrica), além disso, as variáveis independentes são também denominadas como fatores (Malhotra, 2012). Para verificar se existem diferenças entre as médias de uma determinada variável do questionário para diferentes categorias da variável de segmentação,

utilizou-se a análise de variância de um único fator.

O fator de análise escolhido foi a variável com o atributo sobre ser assinante de algum jornal impresso, com três categorias possíveis: assinante de jornal impresso, não assinante ou ex-assinante. Limitou-se a análise à uma variável comportamental, influenciado pela limitação de recursos tanto de tempo quanto de conveniência. A variável escolhida apresentou resultados pertinentes, além de rejeitar a hipótese nula, onde a média da variável dependente é igual em todas as categorias do fator analisado (Malhotra, 2012). Adotou-se um alfa de 0,05, pois trata-se de um valor que é tipicamente utilizado (Hair et al., 2009). O valor de F crítico tabelado foi de 3,05.

Em todos estes itens, o grupo de assinantes de jornal impresso apresentou médias superiores em relação aos demais. Este

grupo atribuiu notas maiores de priorização na disposição a pagar. Já os entrevistados que nunca foram assinantes de jornais impresso apresentaram sempre médias inferiores em relação aos itens analisados, porém com variâncias maiores nos itens “aceitaria acessar alguma propaganda para poder acessar gratuitamente as notícias online”, “pagaria menos do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online” e “preferiria acessar portais de notícias gratuitos não vinculados a jornais”.

A dimensão “custos não-monetários” também foi verificada, pois trata-se da dimensão com o maior média entre as dimensões. Contata-se que houveram diferenças significativas entre os grupos, os valores médios encontrados nos grupos de assinantes de jornal impresso são maiores.

Tabela 7. Análise de variância – disposição a pagar

1. “Assinaria um jornal impresso para ter acesso à sua versão online”

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	125	2,50	2,34	Entre grupos	25,67	0,000001	15,51	3,05
Sim, sou assinante	36	124	3,44	2,08					
Não, não sou assinante	90	183	2,03	1,11					

2. “Aceitaria acessar alguma propaganda para poder acessar gratuitamente as notícias online”

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	197	3,94	0,91	Entre grupos	9,05	0,0003	8,44	3,05
Sim, sou assinante	36	157	4,36	0,69					
Não, não sou assinante	90	319	3,54	1,31					

...Continuacao Tabela 7. *Análise de variância – disposição a pagar*

3. "Pagaria o mesmo valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online"

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	127	2,54	2,29	Entre grupos	12,35	0,0005	7,96	3,05
Sim, sou assinante	36	107	2,97	1,80	Dentro dos grupos	1,55			
Não, não sou assinante	90	183	2,03	1,04					

4. "Pagaria menos do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online"

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	194	3,88	0,88	Entre grupos	6,03	0,0057	5,32	3,05
Sim, sou assinante	36	153	4,25	1,05	Dentro dos grupos	1,13			
Não, não sou assinante	90	322	3,58	1,30					

5. "Pagaria mais do que o valor de uma assinatura impressa para ter acesso a seu conteúdo apenas online"

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	101	2,02	2,39	Entre grupos	6,86	0,0075	5,03	3,05
Sim, sou assinante	36	88	2,44	1,57	Dentro dos grupos	1,36			
Não, não sou assinante	90	155	1,72	0,72					

6. "Preferiria acessar portais de notícias gratuitos não vinculados a jornais"

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	176	3,52	1,19	Entre grupos	8,68	0,0010	7,15	3,05
Sim, sou assinante	36	140	3,89	0,73	Dentro dos grupos	1,21			
Não, não sou assinante	90	279	3,10	1,42					

7. "Não pagaria para ter acesso ao conteúdo apenas online"

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	182	3,64	1,21	Entre grupos	5,83	0,0085	4,90	3,05
Sim, sou assinante	36	147	4,08	1,34	Dentro dos grupos	1,19			
Não, não sou assinante	90	307	3,41	1,12					

Reforçando que o público de assinantes de jornais impresso, além de estarem mais dispostos a pagar por notícias *online*, eles valorizam mais os itens dentro dessa dimensão, reforçando a percepção de que os assinantes do impresso em algum momento poderão migrar para uma assinatura digital.

Tabela 8. Análise de variância – custos não monetários

V38. Que seja fácil de acessar o portal

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	234	4,68	0,34	Entre grupos	3,57	0,0006	7,67	3,05
Sim, sou assinante	36	174	4,83	0,14	Dentro dos grupos	0,47			
Não, não sou assinante	90	392	4,36	0,66					

V39. Que seja fácil localizar as informações

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	231	4,62	0,36	Entre grupos	1,65	0,0164	4,21	3,05
Sim, sou assinante	36	173	4,81	0,16	Dentro dos grupos	0,39			
Não, não sou assinante	90	401	4,46	0,50					

V40. Que não demore para carregar as notícias

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	229	4,58	0,37	Entre grupos	2,08	0,0056	5,34	3,05
Sim, sou assinante	36	174	4,83	0,14	Dentro dos grupos	0,39			
Não, não sou assinante	90	399	4,43	0,50					

V41. Que não demore para realizar cadastro

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	219	4,38	0,44	Entre grupos	5,17	0,0014	6,79	3,05
Sim, sou assinante	36	169	4,69	0,28	Dentro dos grupos	0,76			
Não, não sou assinante	90	367	4,08	1,13					

...continuação Tabela 8. *Análise de variância – custos não monetários*

V42. Que seja fácil de adquirir uma assinatura

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	219	4,38	0,49	Entre grupos Dentro dos grupos	7,46 0,77	0,0001	9,67	3,05
Sim, sou assinante	36	171	4,75	0,19					
Não, não sou assinante	90	361	4,01	1,16					

V43. Que não me gere stress ou preocupação

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância	Fonte da variação	MQ	valor-P	F	F crítico
Não, mas já fui assinante	50	218	4,36	0,60	Entre grupos Dentro dos grupos	5,73 0,88	0,0019	6,48	3,05
Sim, sou assinante	36	169	4,69	0,28					
Não, não sou assinante	90	364	4,04	1,28					

CONCLUSÕES

Este estudo teve por objetivo principal avaliar a percepção de valor dos clientes do jornal digital de uma empresa jornalística de Porto Alegre, por meio da identificação dos atributos valorizados pelos usuários na escolha de um jornal online, adequando as dimensões de valor percebido identificadas na revisão da literatura, com a realidade da empresa. Vale ressaltar que a escolha do jornal online é realizada por meio da comparação das alternativas disponíveis no mercado, optando-se por aquela que entregará maior valor para o cliente (Kotler & Keller, 2012).

Na revisão da literatura foram abordados conceitos sobre jornais digitais, suas definições e os modelos para avaliação da percepção de valor utilizados em pesquisas anteriores. A pesquisa preliminar foi

importante para entender as dimensões do valor percebido, a aplicabilidade dos conceitos e para contextualizar os atributos nas etapas iniciais do método de trabalho, somado aos outputs das entrevistas com especialistas da empresa jornalística. Nos procedimentos metodológicos, o método de trabalho contemplou quatro etapas, sendo as três primeiras essenciais pois possibilitaram as análises dos resultados, pois estabeleceram quais dados seriam coletados, quais dimensões seriam avaliadas com o instrumento e definiram os fatores que seriam considerados mais relevantes para jornais digitais.

Com a construção e aplicação de um questionário online, estruturado com base nos instrumentos identificados na revisão da literatura e a partir dos outputs das entrevistas realizadas com colaboradores

da empresa jornalística, o questionário abordou oito dimensões: segurança, confiabilidade, aspectos tangíveis, resposta emocional, social, reputação, custos monetários e custos não-monetários. Para cada uma das dimensões na etapa de análise dos resultados foi verificada a confiabilidade e a estabilidade do questionário, através do cálculo do valor de alfa de Cronbach. Além da verificação para o bloco com questões sobre a disposição do cliente a pagar por notícias online.

Com quarenta e três questões divididas em oito dimensões, obteve-se uma amostra de 176 entrevistados com o questionário. Identificou-se as notas médias atribuídas, de 1 a 5, para cada um dos itens e para suas respectivas dimensões, priorizadas pelos entrevistados com as seguintes pontuações: custos não-monetários (4,42), segurança (4,14), custos monetários (3,99), reputação (3,94), social (3,88), confiabilidade (3,84), resposta emocional (3,63) e aspectos tangíveis (3,55). O bloco com questões sobre a disposição a pagar por notícias online obteve média igual a 3,06. A desvalorização da dimensão aspectos tangíveis pode indicar uma maior intangibilidade do jornal digital, o que influencia no valor global percebido (Abaidi e Vernet, 2018).

Duas categorias internas foram aplicadas para o atributo assinantes de jornal impresso, através da análise de variância de um único fator. Seus grupos apresentaram diferenças significativas em itens da dimensão custos não-monetários e nos itens do bloco com questões sobre disposição a pagar. O grupo de assinantes

de jornal impresso obteve as maiores médias quando comparados aos grupos de não assinantes de jornal impresso e ex-assinantes de jornal impresso. É importante ressaltar a atração do público assinante de jornais impresso por jornais digitais, que valorizam mais os itens analisados, além da maior disposição a pagar por notícias online, pois estes clientes são potenciais assinantes de serviços de jornais digitais no futuro (Abaidi e Vernet, 2018). No entanto, nota-se uma parcela de clientes que não estão dispostos a pagar por notícias exclusivamente online e que até mesmo preferem ler notícias em portais não vinculados a nenhum jornal tradicional.

Com a avaliação dos benefícios, dos custos e da disposição a pagar considerados pelos clientes ao escolher um jornal online, o presente estudo contribuiu para a compreensão do segmento de jornais digitais sob a perspectiva do cliente. Sugere-se a ordem de priorização de cada dimensão considerada e a relevância em segmentar perfis, já que apresentam percepção de valor distinta, conforme identificado na análise de variância. Como contribuição acadêmica, o instrumento torne-se sendo uma referência para pesquisadores e gestores da área, pois viabiliza aplicações futuras para clientes de outras empresas jornalísticas.

Algumas limitações, como tempo e conveniência, restringiram as análises realizadas neste estudo. Alguns aprofundamentos poderiam ser feitos, utilizando outras variáveis de segmentação na análise de variância, como a frequência

de consumo e o tempo de assinatura, por exemplo. A utilização do questionário como instrumento contribuiu para uma rápida coleta dos dados, porém grupos de foco poderiam ser utilizados, possibilitando maior flexibilidade e aprofundamento nos itens a serem abordados (Malhotra, 2012). Além disso, os resultados obtidos representam a percepção de valor da amostra em que o questionário foi aplicado. Possíveis divergências podem ocorrer quando aplicado em amostras com características e comportamentos diferentes.

Entende-se que estudos posteriores poderiam englobar amostras maiores e com grupos de foco para aproximar os entrevistados, visando aprofundar as respostas. Propõe-se ainda a ampliação da pesquisa com a aplicação de dois questionários, um para assinantes e outro para não assinantes de jornais digitais, com amostras proporcionalmente semelhantes para possibilitar a comparação entre estas, identificando os itens valorizados similares e divergentes. Desta forma, seria possível proporcionar um melhor entendimento, visto que os clientes de jornais digitais são divididos entre assinantes e não assinantes.

REFERÊNCIAS

- Abaidi, I. & Vernet, E. (2018). Does digitalization create or reduce perceived global value?. *Journal of Consumer Marketing*, 35 (7), 676-687. <https://doi.org/10.1108/JCM-09-2017-2370>
- Associação Brasileira de Imprensa. *Brasil: cresce assinatura digital dos grandes jornais*. <http://www.abi.org.br/brasil-cresce-assinatura-digital-dos-grandes-jornais/>
- Baines, T. S., Lightfoot, H. W., Evans, S., Neely, A., Greenough, R., Peppard, J., ... Wilson, H. (2007). State-of-the-art in product-service systems. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: *Journal of Engineering Manufacture*, 221(10), 1543-1552. <https://doi.org/10.1243/09544054JEM858>
- Boehm, M. & Thomas, O. (2013). Looking beyond the rim of one's teacup: A multidisciplinary literature review of Product-Service Systems in Information Systems, Business Management, and Engineering & Design. *Journal of Cleaner Production*, 51, 245-260. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.01.019>
- Boksberger, P.E. & Melsen, L. (2011). Perceived value: a critical examination of definitions, concepts and measures for the service industry. *Journal of Services Marketing*, 25 (3), 229-240. <https://doi.org/10.1108/08876041111129209>
- Breidert, C., Hahsler, M. & Reutterer, T. (2006). A Review of Methods for Measuring Willingness-to-Pay. *Innovative Marketing*, 2 (4), 8-32. http://www.reutterer.com/papers/breidert&hahsler&reutterer_2006.pdf
- Capelas, B. (2019). Assinaturas digitais do jornal 'The New York Times' sobem 27%. *Jornal Estadão*, 06 fev. 2019. https://economia.estadao.com.br/noticias/gera_lassinaturas-digitais-do-jornal-the-new-york-times-sobem-27,70002710841
- Cortina, J. M. (1993). What is Coefficient Alpha? An Examination of Theory and Applications. *Journal of Applied Psychology*, 78 (1), 98-104. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.78.1.98>

- Donatello, M., & Borrell, G. (2002). What Consumers Tell Us About Paying for News Online. *EContent*, 25 (5), 36-40.
- Dou, W. (2004). Will Internet Users Pay for Online Content?. *Journal of Advertising Research*, 44 (4), 349-359. <https://doi.org/10.1017/S0021849904040358>
- Dwivedia, A., Nayeema, T. & Murshed, F. (2018). Brand experience and consumers' willingness-to-pay (WTP) a price premium: Mediating role of brand credibility and perceived uniqueness. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 44, 100-107. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2018.06.009>
- Freitas, A. L. P., & Rodrigues, S. G. A (2005). Avaliação da Confiabilidade de Questionários: Uma Análise Utilizando o Coeficiente Alfa de Cronbach. In *Anais do XII Simпозиção de Engenharia de Produção*. Bauru, SP, Brasil.
- Garcia-Fernández, J., Gálvez-Ruíz, P., Fernández-Gavira, J., Vélez-Colón, L., Pitts, B., & Bernal-García, A. (2018). The effects of service convenience and perceived quality on perceived value, satisfaction and loyalty in low-cost fitness centers. *Sport Management Review*, 21 (3), 250-262. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2017.07.003>
- Goedkoop, M., van Halen, te Riele, H. & Rommens, P. (1999). *Product Service systems, Ecological and Economic Basics*. The Report No. 1999/36 Submitted to Ministerje van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Hague.
- Hair, J., Black, W., Babin, B., Anderson, R. & Tatham, R. (2009). *Análise Multivariada de Dados (6 ed.)*. Porto Alegre: Bookman.
- Hanson, W. (2000). *Principles of Internet Marketing*. Cincinnati, OH: South-West College Publishing.
- Iglesias, M. P., & Guillén, M. J. Y. (2004). Perceived Quality and Price: Their Impact on the Satisfaction of Restaurant Customers. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 16 (6), 373-379. <https://doi.org/10.1108/09596110410550824>
- Koiso-Kanttila, N. (2004). Digital content marketing: a literature synthesis. *Journal of Marketing Management*, 20 (1-2), 45-65. <https://doi.org/10.1362/026725704773041122>
- Kotler, P. (2000). *Administração de Marketing*. São Paulo: Prentice Hall.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2012). *Administração de Marketing (14 ed.)*. São Paulo: Pearson.
- Kouhia, H.L. A. (2017). *Deciphering Consumer Perceived Value of Digital Goods* (Master's Thesis). International Business and Sales Management, University of Eastern Finland.
- Kumar, V. & Reinartz, W. (2016). Creating enduring customer value. *Journal of Marketing*, 80 (6), 36-68. <https://doi.org/10.1509/jm.15.0414>
- Lovelock, C., & Wright, L. (2001). *Serviços: Marketing e Gestão*. São Paulo: Saraiva.
- Miller, K. M., Hofstetter, R., Krohmer, H. & Zhang, Z. J. (2011). How Should Consumers' Willingness to Pay be Measured? An Empirical Comparison of State-of-the-Art Approaches. *Journal of Marketing Research*, 48 (1), 172-184. <https://doi.org/10.1509/jmkr.48.1.172>
- Neely, A. (2007). The Servitization of Manufacturing: An Analysis of Global Trends. *POMS College Of Service Operations and EurOMA Conference*. London: London Business School.
- Pereira, V. R. (2013). *Sistema Produto-Serviço-PSS: um estudo do relacionamento entre os fatores motivadores e a estruturação das empresas na integração produto-serviço* (Tese de Doutorado). Universidade de São Paulo, Brasil.
- Petrick, J. (2002). Development of a multi-dimensional scale for measuring the perceived value of a service. *Journal of Leisure Research*, 34 (2), 119-134. <https://doi.org/10.1080/00222216.2002.11949965>
- Riefler, K. (2003). *Digital Editions 2003*. New Business for Newspaper Companies.

- Sheth, J. N.; Mittal, B.; Newman, B. I. (2001). *Comportamento do Cliente: indo além do comportamento do consumidor*. São Paulo: Atlas.
- Slack, R. A. (1998). *The application of lean principles to the military aerospace product development process* (Tese de Mestrado). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Solomon, M. R. (2008). *O Comportamento Do Consumidor: Comprando, Possuindo E Sendo*. 7. ed. Porto Alegre: Bookman.
- Swatman, P.M.C., Krueger, C. and van der Beek, K. (2006). The changing digital content landscape: An evaluation of e-business model development in European online news and music. *Internet Research*, 16 (1), 53-80. <https://doi.org/10.1108/10662240610642541>
- Sweeney, J. G., & Soutar, G. N. (2001). Consumer perceived value: The development of a multiple item scale. *Journal of Retailing*, 77 (2), 203-220. [https://doi.org/10.1016/S0022-4359\(01\)00041-0](https://doi.org/10.1016/S0022-4359(01)00041-0)
- Teece, D. J. (2010). Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*, 43 (2-3), 172-294. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2009.07.003>
- Wertenbroch, K., & Skiera, B. (2002). Measuring Consumers' Willingness to Pay at the Point of Purchase. *Journal of Marketing Research*, 39 (2), 228-241. <https://doi.org/10.1509/jmkr.39.2.228.19086>
- Zeithaml, V. A. (1988). Consumer perceptions of price, quality and value: A means-end model and synthesis of evidence. *Journal of Marketing*, 52 (3), 2-22. <https://doi.org/10.2307/1251446>

Autores

Léo Vander Chaves Lima. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7773-1731>

Email: leochaveslima@gmail.com

Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco. Professora adjunta do Departamento de Engenharia de Produção e Transportes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brasil. Graduada em Engenharia Química pela Universidade de Carabobo, Venezuela; possui mestrado (UFRGS), doutorado (UFRGS) e pós-doutorado (UFRGS) em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2941-1693>

Email: maria@producao.ufrgs.br

Recibido: 21-02-2022

Aceptado: 26-04-2022

Incorporación de tecnologías de industria 4.0 en la formación de ingenieros: un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0

Incorporation of industry 4.0 technologies in the training of engineers: a manufacturing laboratory with a 4.0 focus

Lisaura Rodríguez Alvarado, Jesús Loyo Quijada, Miguel López Ontiveros, Enrique Ávila Soler, Sergio García Carranco

Palabras clave: industria 4.0, laboratorio, formación integral, ingeniería

Key words: industry 4.0, laboratory, comprehensive training, engineering

RESUMEN

Para cerrar la brecha de conocimiento de la incorporación de tecnologías que garanticen la flexibilidad, innovación y adaptación de los procesos que buscan el desarrollo de productos cada vez más personalizados, se planteó la implementación de un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0, en el cual se incluyen tecnologías como: impresión 3D, robótica colaborativa, interconexión en tiempo real entre estaciones y trazabilidad de los productos. El proceso de implementación se consideró en dos etapas, primeramente, se definió el objeto de estudio y posteriormente se detalló el proceso de planificación el cual está conformado por cuatro fases: entorno de trabajo colaborativo, módulos, equipamiento, espacio físico e integración y, por último, validación. Se espera que con ayuda de este laboratorio se pueda incorporar al proceso de enseñanza-aprendizaje de los futuros profesionales una formación integral al fomentar el uso y aplicación de estas nuevas tecnologías que permitirá no solo el desarrollo de nuevas habilidades sino también establecer una evaluación del sistema de producción bajo el enfoque 4.0.

ABSTRACT

To close the gap in knowledge of the incorporation of technologies that guarantee flexibility, innovation and adaptation of the processes that seek the development of increasingly personalized products, the implementation of a manufacturing laboratory with a 4.0 approach was proposed, in which include technologies such as: 3D printing, collaborative robotics, real-time interconnection between stations and product traceability. The implementation process is divided into two stages, firstly the object of study was defined and later the planning process is detailed, which is made up of four phases: collaborative work environment, modules, equipment, physical space and integration and, finally, validation. It is expected that with the help of this laboratory, comprehensive training can be incorporated into the teaching-learning process of future professionals by promoting the use and application of these new technologies that will allow not only the development of new skills but also to establish an evaluation of the system. of production under the 4.0 approach.

INTRODUCCIÓN

El término Industria 4.0, asociado a la nueva revolución industrial desde su aparición en la feria Hannover Messe en 2011, ha involucrado diferentes elementos tecnológicos que garantizan la integración e interoperabilidad del sistema: sistemas de automatización, conexiones entre lo físico y lo virtual, digitalización e internet y, en general, un conjunto de tecnologías habilitadoras (Pfeiffer, 2017; Almada-Lobo, 2015).

La visión bajo el enfoque de industria 4.0 es que la manufactura “opere de una manera altamente flexible, segura, eficiente e inteligente, lo cual implicará que las líneas de producción proporcionen a los operadores humanos información relevante del proceso, así como indicadores de eficiencia y de productividad, que ayudarán a reducir mermas y maximizar la calidad de los productos” (Manufactura, 2019). México presenta un desempeño intermedio según un estudio que lo coloca en el clúster 2 al considerar cuatro dimensiones: 1) innovación global, 2) objetivos de desarrollo sostenible, 3) desempeño logístico y 4) desempeño ambiental (Anușlua & Firatb, 2019).

La Industria 4.0 promete grandes oportunidades para el desempeño de un proceso productivo, entre las que se puede mencionar: la flexibilidad, capacidad de producción, reducción de costos e incremento de la calidad. Sin embargo, a raíz de esto, surge el siguiente cuestionamiento ¿Cómo deben implementarse las nuevas tecnologías para

obtener las máximas oportunidades? Aquí es posible mencionar que es recomendable incorporar más de una tecnología en distintas etapas de la cadena de valor y cuantificar el impacto en cada etapa (Vogel-Heuser & Hess, 2016).

Para explorar el estado actual de la producción científica aplicada a los problemas nacionales con enfoque 4.0 se realizó una búsqueda de la literatura especializada utilizando dos bases de datos Elsevier (<https://www.sciencedirect.com/>) y Taylor & Francis Group (<https://www.tandfonline.com/>). Se combinaron 65 palabras clave relacionadas con industria 4.0 en las cuales se incluyeron las 13 tecnologías claves de industria 4.0 Bongomin, Gilibrays, Oyondi, Musinguzi, & Omara (2020) con la palabra clave principal «México» para enfocar el análisis en los resultados de aplicación en este país. Se analizaron más de 15 artículos por categoría. Se obtuvo como resultado 130 trabajos que cumplieran con estas características en sus palabras claves, título y resumen, se decidió excluir de este grupo aquellos trabajos cuya contribución no estuviera representada por un trabajo aplicado, ya sea a nivel industrial o docente. A raíz de esto se decidió hacer una segunda búsqueda utilizando las palabras claves englobadas en la categoría 2. El resultado con esta segunda caracterización dio como resultado 30 artículos que en contexto general, abordaran esta palabra clave en sus resultados, esto permitió considerar un artículo representativo bajo

el enfoque de aplicación o contexto de las tecnologías de industria 4.0

Los artículos que presentan propuestas de aplicación explícitas para el contexto nacional se muestran en la Tabla 1. La información en esta tabla estuvo orientada a analizar las contribuciones, metodologías, métodos, aportaciones y enfoques de los diferentes investigadores de acuerdo con el campo de aplicación y su contexto en la temática de industria 4.0. Derivado de este análisis se puede ver una creciente inmersión de las tecnologías de industria 4.0 y la preocupación de que estas tecnologías permitan personalización de los productos y servicios que se ofrecen, por otro lado, el desplazamiento de la mano de obra en actividades repetitivas es otra de las crecientes preocupaciones manifestadas. Sin embargo, los diferentes enfoques analizados tienen un punto en común, la innovación y la necesidad de adaptación a los nuevos cambios.

El uso de las tecnologías de la Industria 4.0 se ha intensificado, los diferentes enfoques coinciden en la necesidad de innovación y adaptación frente al cambio. Sin embargo, la aplicación de las tecnologías de la Industria 4.0 representa un desafío de acuerdo con el Mapa de Ruta para la Industria 4.0 de la Secretaría de Economía. La ANUIES (Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior) ha identificado a las ciencias de la computación, a la ingeniería mecánica, a la electrónica y automatización, física,

matemáticas y estadística como las áreas educativas con mayor afinidad con la Industria 4.0.

De acuerdo con datos recientes expresados en la feria Industrial Transformation México desde el año 2018, se espera que en 2028 México se posicione en un clúster competitivo en robótica colaborativa, sistemas integrados, modelado y simulación y, que tres años más tarde, se encuentre entre los 5 países líderes en soluciones digitales y Big Data. La Tabla 2 muestra la situación actual de las tecnologías con enfoque 4.0 en México.

La existencia de un fuerte vínculo entre academia y sector industrial es cada vez más necesario para responder a las necesidades de adaptación de estas nuevas tecnologías con enfoque 4.0. Es de vital interés evaluar el desempeño de los procesos productivos al integrar esas tecnologías, porque podría parecer evidente que se mejorarán los principales índices del proceso, pero en muy pocos casos se ha establecido el impacto de la transición a un sistema con alto nivel tecnológico en el que la interoperabilidad de todo el sistema debe contribuir a la toma de decisiones y resolución de problemas.

Esta necesidad debe de ser respondida desde la formación integral de los futuros ingenieros que deben afrontar los retos que demandan los procesos cada vez más personalizados y flexibles.

Tabla 1. Revisión del contexto de aplicación industrial y académico a nivel nacional de la industria 4.0

Categoría	Subcategoría 1	Subcategoría 2	Aplicación/contexto	
Smart factory	Industry 4.0	Perspectivas	Analizan las condiciones actuales y las perspectivas de las empresas que inician esta transformación, en donde resaltan que la innovación no está jugando un papel predominante (Casalet & Stezano, 2020)	
	3D Printing	Tendencias	Establecen una hoja de ruta para el escenario desarrollado con el objetivo de determinar posibles etapas enfocadas en aprovechar la tecnología de e identificar oportunidades para la fabricación aditiva, en cuanto a su uso e investigación y desarrollo (Arcos-Novillo & Güemes-Castorena, 2017).	
	Robotics	Collaborative robot (cobots)	robot	Flexibilidad e inteligencia, evolucionando hacia sistemas de fabricación reconfigurables, investigación relevante para el desarrollo e introducción de máquinas herramienta reconfigurables (López, Ferreira, Hernández, Godoy, Fernández & Paniagua, 2016)
		Human interactions	robot	Análisis del impacto negativo de los robots en el campo laboral como la reducción del empleo en los países deslocalizados al impulsar la reubicación (Faber, 2020)
	Reconfigurable systems /AI	Tendencias	Revisión exhaustiva de la literatura sobre el campo de las máquinas inteligentes y reconfigurables (Molina, Rodríguez, Ahuett, Cortés, Ramírez, Jiménez & Martínez, 2005)	
	Sustainability	Empresa de Fabricación Sensible, Inteligente y Sostenible		Propone una metodología cuyo objetivo es adoptar las mejores prácticas utilizadas en la ingeniería empresarial mientras se abordan las brechas relevantes de sustentabilidad (Chavarría, Batres, Wright & Molina, 2017)
E-Government	Ecosistema dinámico con iniciativas de datos de gobierno abierto		Plataforma emergente basada en las iniciativas de datos del gobierno abierto, enfocado a la innovación de servicios utilizando datos abiertos (Bonina & Eatonb, 2020)	
Smart Data	Big data	Data mining	Propone un esquema de diseño que utiliza la tecnología big data como un medio para almacenar y recuperar grandes volúmenes de base de datos espacial de datos climáticos. (Sharma, Galicia, Susen & Cornejo, 2017)	
	Business Analytics	Áreas de oportunidad en proyectos de ingeniería de sistemas de automatización	Factores de falla en proyectos de inteligencia empresarial «BI» (Ramírez & Stapleton, 2019).	
IoT	Wearable	Aplicación	Creación de un sistema de entrega mediante ayudas de simulación en el que los tiempos requeridos sean mínimos, mejorando la calidad del servicio a los usuarios (Pérez, Olvera, García, Soler & Flores, 2020)	
		Personalización	Selección de dispositivos portátiles (Bustamante-Bello, Ruiz-Soto, Ramírez-Mendoza, Avila-Vázquez, Montesinos, Noguez-Monroy & Navarro-Tucha, 2016)	
Virtual reality	Augmented reality	Pesonalización del aprendizaje	La tecnología de realidad aumentada se puede explotar como un entorno de aprendizaje eficaz para ayudar a los estudiantes de secundaria de escuelas públicas y privadas a practicar los principios básicos de la geometría (Ibáñez, Uriarte, Zatarain & Barrón, 2020)	

Tabla 2. Situación actual de las tecnologías con enfoque 4.0 en el contexto nacional

Tecnología	Tendencia	Agentes involucrados
E- Commerce	Nicho de oportunidad con crecimiento sostenido, para esto, es necesario mejorar el bienestar del consumidor y fomentar la inversión y la competencia.	Amazon, Mercado Libre y Alibaba.
E-Government	Es necesario traducir la innovación digital en redes sociales y desarrollo económico.	SAT- servicio públicos realizados en línea
Impresión 3D	La innovación y diseño de esta tecnología es limitada. La tecnología es limitada debido a un bajo conocimiento de su capacidad real.	MADiT (National Laboratory of Additive Manufacturing, 3D Digitalization, and Computed Tomography)- UNAM; CIATEQ; National Nanotechnology Laboratory at the Advanced Materials Research Center
Robótica	Hay inversión en manufactura flexible y un interés creciente por prototipos robóticos por parte de la academia.	Festo, UPIITA – IPN, CINVESTAV, The National Astrophysics, Optics, and Electronics Institute (INAOE)
Modelado y simulación	Se ha demostrado gran interés en la exploración de este campo.	CIATEQ; Intel lab GE-IQ lab, by General Electric, the Ford Design Center, and Volkswagen’s Innovation Campus. oratory, San Miguelense Tech Park,
Sistemas integrados	Enfoque en Sistema Embebidos, fabricación inteligente, interface hombre-máquina.	Honeywell, Center for Engineering and Industrial Development (CIDESI), CIATEQ
Big Data	Tecnologías de almacenamiento, recuperación, procesamiento, análisis y visualización de grandes conglomerados de información.	Analytics laboratory (Big Data) of the Center for Research and Innovation in Information and Communication Technologies, 100 Mexico open data

De aquí se puede mencionar una pregunta clave que exploran Garcés & Peña (2020) *¿Cómo se debería ajustar la educación en ingeniería hacia la industria 4.0?* Ellos dan respuesta a esta interrogante a través de una propuesta genérica en donde, uno de los pilares se basa en la teoría del aprendizaje experiencial presentada por Kolb (1984), la cual consiste en que por medio de la transformación de la experiencia se crea el conocimiento, lo cual permite diseñar experiencias de aprendizaje activo, colaborativo e

interactivo. Bajo este mismo enfoque, Coskun, Kayıkcı & Gençay (2019) desarrolla un marco genérico de tres pilares donde además de incluir la creación de un laboratorio, considera componentes de plan de estudio y un club de estudiantes. Específicamente en el segundo pilar proponen el diseño de dos laboratorios principales para abordar los cambios de planes de estudio, incorporando el desarrollo, unidades de conducción e impacto de las tecnologías de industria 4.0.

Erol, Jäger, Hold, Ott & Sihm (2016) expresan que un obstáculo importante para la incursión de estas tecnologías, radica en la compleja percepción y abstracción que dificulta la transformación al enfoque 4.0 en la práctica industrial. Dado a esto, sugieren un modelo basado en competencia para la industria 4.0 y el uso de escenarios con laboratorios para el aprendizaje orientado a problemas de producción futuro.

Hablando específicamente del área de ingeniería industrial, Sackey & Bester (2016), analizan los probables impactos de industria 4.0 y determinan que es necesario una nueva comprensión de ingenieros industriales digitalizados y altamente automatizados. Así mismo concluyen que, una combinación necesaria para el proceso de enseñanza aprendizaje son los laboratorios, incluyendo los virtuales. Por otro lado, Baena, Guarín, Mora, Sauza & Retat (2017) establecen que hay una carencia de enfoques educativos que contribuyan a desarrollar conocimientos basados en experiencia y que las fábricas de aprendizaje han demostrado ser efectivas para desarrollar conocimientos teóricos y prácticos en un entorno real de producción y para su desarrollo proponen tres pilares: didáctica, integradora e ingeniería.

(Angrisani, Arpaia, Bonavolonta & Moriello, 2018) han propuesto nuevos modelos de enseñanza para estudiantes de ingeniería con el objetivo de introducir las bases de industria 4.0. Jaschke (2014) Ha establecido la integración de procesos de aprendizaje para escenarios laborales de industria 4.0. Salah, Abidi, Mian, Krid,

Alkhalefah & Abdo (2019) manifiestan que hay una creciente necesidad de incorporar enfoques novedosos y metodológicos orientadas a la generación de nuevas competencias que le permita a los estudiantes afrontar los nuevos retos de los procesos de fabricación. Por otro lado, Bongomin et al (2020) quienes a partir de un estudio exhaustivo de la literatura identificaron las 13 tecnologías claves de industria 4.0, establecieron, que es necesario investigar la capacidad y preparación de los países en desarrollo para adaptar la industria 4.0 desde un enfoque de cambio en los sistemas educativos.

Programas de vinculación entre la academia y la industria en el contexto mexicano han impulsado a ambos sectores, por citar algunos ejemplos de esta colaboración, se puede mencionar la Universidad Regiomontana en colaboración la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI) y el Clúster de Medios Interactivos de Monterrey quienes en el 2018 inauguraron el primer laboratorio de tecnología 4.0 en el país, con esto, se busca desarrollar la integración de tecnologías máquina a máquina, el big data y el internet de las cosas (Agencia Informativa Conacyt). En el año 2019 el Tecnológico de Monterrey presenta el primer programa de enseñanza-aprendizaje basado en Educación 4.0 lanzado en México y China para fomentar la innovación y el espíritu de emprendimiento (CONNECTA). En el año

2018, con la inauguración del Laboratorio Nacional de I4.0 en la Universidad Tecnológica de Querétaro, se enfatiza el liderazgo nacional del Estado de Querétaro y se desarrollan alianzas estratégicas con importantes instituciones impulsoras del concepto de sistemas inteligentes de manufactura e I4.0. La Universidad Iberoamericana de León inauguró en el año 2021 el Laboratorio de Innovación para el Desarrollo de Capacidades en Industria 4.0 en un esfuerzo en conjunto con el sector aeroespacial y automotriz de la región para crear un espacio para el desarrollo de pruebas en procesos de producción que incorporan la industria 4.0.

De acuerdo con la información presentada en Tabla 1 y 2 se puede determinar que en el contexto mexicano está cada vez más presente la inserción de la tecnología de industria 4.0 la cual está orientada a la flexibilidad y personalización de los procesos. Existen esfuerzos por parte del ámbito académico por actualizar planes de estudios y diseñar espacios de trabajo físicos y virtuales para crear las competencias y desarrollar las habilidades

requeridas para que los estudiantes puedan afrontar los retos del campo laboral. Incluso, se puede afirmar que los laboratorios son una alternativa para recrear un entorno real de producción. Dado a este escenario y a la creciente necesidad de reforzar conocimientos teóricos – prácticos en el ámbito de industria 4.0 se presenta en este trabajo, el proceso de implementación de un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0 en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM-Azcapotzalco). Para esto, se ha considerado la creación de una célula de manufactura reconfigurable que permita simular un proceso de ensamble automatizado. La célula de manufactura reconfigurable incluirá tecnologías como manufactura aditiva, simulación, internet de las cosas y robótica colaborativa. En el proceso de implementación se contemplan aspectos como: espacio destinado, objetivos, configuración, equipo, capacitación de profesores, impactos académicos y la vinculación con otras Instituciones de Educación Superior.

METODOLOGÍA

Para el proceso de implementación del laboratorio se han considerado dos grandes etapas. La primera etapa consiste en la definición del objeto de estudio a partir del contexto actual, una vez que éste ya está definido se establecen las fases de planificación las cuales consisten en: entorno de trabajo colaborativo, módulos, equipamiento, espacio físico e integración

y, por último, validación. A continuación, se explican cada una de las etapas y fases

Objeto de estudio

Con la creación del laboratorio se espera desarrollar un escenario que presente el realismo de un sistema productivo donde se cuente con procesos y tecnologías de la industria actual para realizar prácticas de ingeniería de producción en un contexto didáctico. El principal objetivo del

laboratorio es desarrollar procesos productivos utilizando tecnología 4.0 que permitan replicar a escala, la complejidad de los procesos industriales reales, de esta manera convergen el proceso, operadores y tecnología. Para esto, se pretende analizar el proceso de transición de un proceso manual a uno automatizado a partir del ensamble de una estructura de bloques conformado con Legos.

Planificación

Para la planificación del laboratorio se definieron las acciones para llevar a cabo su implementación, para esto, se tomó en cuenta el planteamiento realizado por Grajales (2018) en el que define cinco fases para gestionar el cambio en el laboratorio de sistemas integrados hacia la industria 4.0: preparación, análisis, creatividad, evaluación e implementación. Así mismo, se analizaron los planteamientos por Baena et al. (2017) en donde establecen acciones para transformar las prácticas de ingeniería de producción en una dirección de una fábrica de aprendizaje. Sus etapas consisten en identificar aspectos relevantes como temática, grupo objetivo, propósito educativo, enseñanza-aprendizaje, infraestructura tecnológica. Estas etapas se centraron en dos grandes pasos, la parte investigativa y en estructurar un modelo que orienta que la infraestructura y didáctica de las prácticas de producción sean intervenidas con el objetivo de formar una fábrica de aprendizaje. Para la parte del equipamiento, se tomó en cuenta el planteamiento de Kliment et al (2021) en donde mencionan que es importante

considerar que el equipamiento del laboratorio debe de ser parte de la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. Los investigadores plantean una propuesta de espacio de trabajo experimental que ofrece gran potencial para el desarrollo y mejora de tecnologías con el enfoque 4.0 en el campo de la simulación, logística, almacenamiento y campos similares.

A partir de lo analizado anteriormente, para la etapa de planificación de implementación del laboratorio se definieron las siguientes fases: entorno de trabajo colaborativo, módulos, equipamiento, espacio físico e integración y, por último, validación.

En la primera fase de entorno de trabajo colaborativo se establecen los contactos con universidades que trabajan el enfoque de industria 4.0, de igual manera se inician pláticas con los proveedores que desarrollan equipo con este enfoque y finalmente se genera el equipo de trabajo que apoyará en el desarrollo de este proyecto.

En la segunda fase se determinan los módulos necesarios para cumplir con el objetivo de estudio, recordando que, se requiere analizar el proceso de transición de un proceso manual a uno automatizado con el enfoque de industria 4.0, para esto, se establecieron los siguientes módulos: ensamble, calidad, prototipo y manejo de inventario

El tercer módulo corresponde al equipamiento, espacio físico e integración. Esto se establece en función a las dos fases previas, básicamente se establecen los

requerimientos técnicos para cumplir el objeto de estudio. Una vez que se tienen los equipos es necesario realizar la integración para garantizar la comunicación en tiempo real y la interfaz de comunicación para controlar el proceso. La última fase es la validación y prácticas, consiste básicamente en realizar pruebas

pilotos para garantizar la integración de los equipos en los módulos y que funciona adecuadamente.

En la Tabla 3 se muestra el cronograma de trabajo en el que se ha considerado cada una de las fases necesarias para la etapa de planificación.

Tabla 3. Plan de trabajo para la creación de una célula de manufactura con enfoque 4.0

Etapa	Fase	Actividad	Periodo											
			Año 1		Año 2		Año 3							
			S1	S2	S1	S2	S1	S2						
Planificación	Entorno de trabajo colaborativo	Contacto con universidades/contacto industrial y vinculación académica												
		Documentación de los diferentes procesos a escala que se pueden realizar en la célula de manufactura												
	Módulos	Propuesta de distribución de una célula de manufactura												
	Equipamiento, espacio físico e integración	Estación de impresión 3D (prototipo), pruebas de funcionamiento y prueba piloto												
		Conectividad del sistema de impresión 3D												
		Estación de calidad. Configuración de la estación, equipamiento y protocolo de comunicación												
		Estación de ensamble. Configuración de la estación, equipamiento y protocolo de comunicación												
		Estación de empaque, codificación e inspección, equipamiento. Configuración de la estación y protocolo de comunicación												
		Almacén. Configuración de la estación, equipamiento y protocolo de comunicación												
		Interface de comunicación de las estaciones de trabajo												
Validación	Pruebas pilotos													

Donde S= Semestre

Pendiente
 En proceso

Las fases de entorno de trabajo colaborativo y módulo prácticamente se han desarrollado; sin embargo, se sigue trabajando en ampliar los contactos industriales y vinculación académico. Los avances más importantes en equipamiento e integración se tienen en la estación de impresión 3D (prototipo), hasta el

momento se han realizado pruebas de prototipos funcionales y se han desarrollado manuales de funcionamiento para piezas personalizadas. El proceso de adquisición de sistemas de visión y dispositivos robóticos para inspeccionar y realizar el proceso de ensamble automatizado se ha iniciado.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Etapa 1. Objeto de estudio

El producto terminado que se pretende desarrollar en el laboratorio, está conformado por el ensamble en forma de

escalera, alineado a la izquierda de cinco piezas de Legos de diferentes colores, ver Figura 1.



Figura 1. (a) Estructura del ensamble de legos y (b) Piezas que conforman el ensamble

Actualmente, el proceso de ensamble de la estructura de legos se realiza con tres estaciones de ensamble y una estación de inspección de calidad. Hay un encargado

de materia prima, el cual suministra las piezas correspondientes a cada estación de trabajo, como se muestra en la Figura 2.

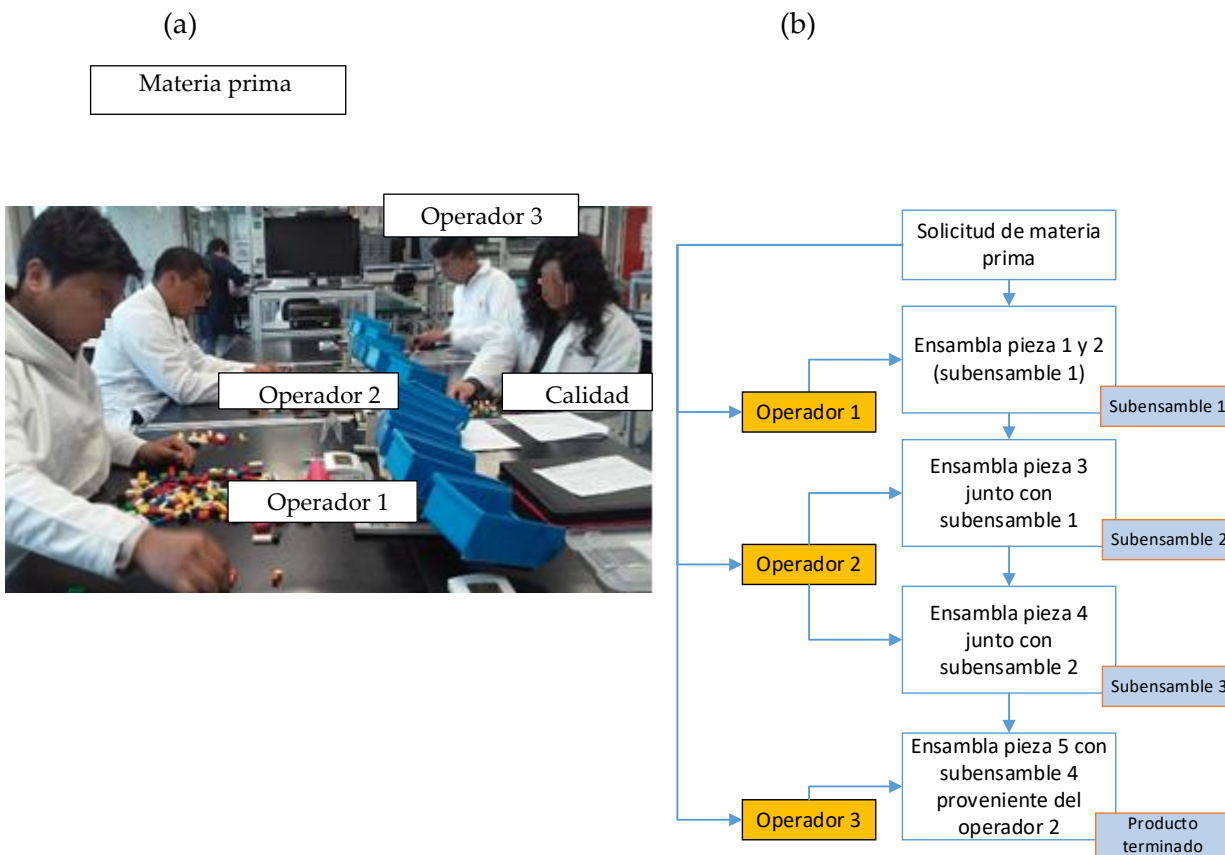


Figura 2. (a) Distribución de la línea de ensamble y (b) Diagrama de ensamble del proceso

A partir de este proceso manual ya definido se espera incorporar las tecnologías de industria 4.0 y evaluar el impacto de éstas sobre el proceso, permitiendo analizar las ventajas y desventajas de automatizar el proceso con el enfoque de industria 4.0. Con la incorporación estas tecnologías se esperan impactar directamente en el valor agregado del proceso, lo cual se puede ver reflejado por medio de indicadores claves como es el tiempo de entrega, porcentaje de cumplimiento de calidad y tiempo ciclo.

Etapa 2. Planificación

Trabajo colaborativo.

El entorno del trabajo colaborativo se desarrolla principalmente a partir de la vinculación institucional e industrial, así

como la integración de profesores de otras disciplinas

- Vinculación institucional. Es un factor determinante para compartir conocimiento. Se ha establecido un vínculo académico con universidades interesadas en la Industria 4.0, es el caso de la Universidad Autónoma de Nuevo León, la Universidad Regiomontana y la Universidad Tecnológica de Querétaro. Sin embargo, es un campo que es necesario fortalecer.
- Vinculación con expertos en el tema. Se mantiene comunicación continua con profesionales en la industria. Se han organizado demostraciones de robótica

colaborativa, sistemas de visión y software de simulación.

- Capacitación. Profesores y alumnos de servicio social han participado en seminarios web y cursos de capacitación.
- Participación colaborativa. Se ha logrado la participación de profesores de los departamentos de electrónica y química en el desarrollo de proyectos con enfoque 4.0.
- Capacitación. La asistencia por parte de los profesores y alumnos a eventos internacionales como: Evento Hannover León, Exposición internacional de manufactura en Monterrey, exposición manufactura en la ciudad de México., Para conocer físicamente los equipos con los se trabaja la industria 4.0.

Módulos

Se considera que la célula de manufactura está integrada por 6 módulos:

- Estación de diseño y refacciones. Se imprimen piezas personalizadas de acuerdo con los requerimientos de producción. Se han desarrollado e impreso prototipos didácticos funcionales para prácticas de física y química.
- Estación de ensamble. Se suministran piezas para ensamble a un robot colaborativo.
- Inspección. Un sistema de visión dotado de un grupo de

especificaciones predeterminadas acepta o rechaza los ensambles mediante el reconocimiento de patrones de imágenes, color, forma, dimensión y tamaño.

- Estación de empaque y codificación. El ensamble se coloca en una tarima o en un contenedor y se coloca un código identificador que habilita la trazabilidad.
- Estación de registro e inspección. Se inspecciona que el ensamble esté debidamente empacado y se monitorea su información por medio del código QR.
- Estación almacén de producto terminado. El ensamble final se almacena de acuerdo con reglas de prioridad como PEPS (primeras entradas, primeras salidas), UEPS (últimas entradas, primeras salidas), manteniendo nivel máximo, medio y mínimo.

El flujo de información será en tiempo real en una célula que actuará de manera integral, modular y flexible al desarrollar diferentes procesos de ensamble, considerando diferentes configuraciones de producto y tamaños de lote. En la Figura 3 se muestra la propuesta de equipamiento a nivel industrial y didáctico usando las tecnologías previamente mencionadas.

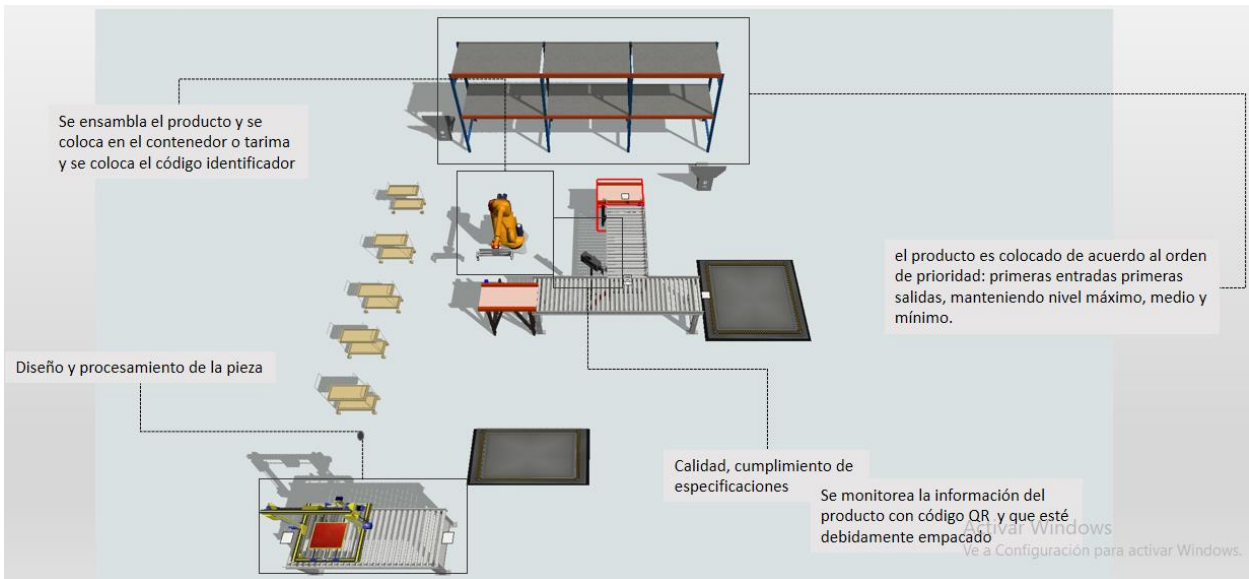


Figura 3. Propuesta de equipamiento en el laboratorio

Equipamiento, espacio físico e integración

El espacio destinado para la célula de manufactura reconfigurable es el segundo

piso del edificio W de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, cuenta con el espacio disponible de 48.99 m², ver Figura 4.

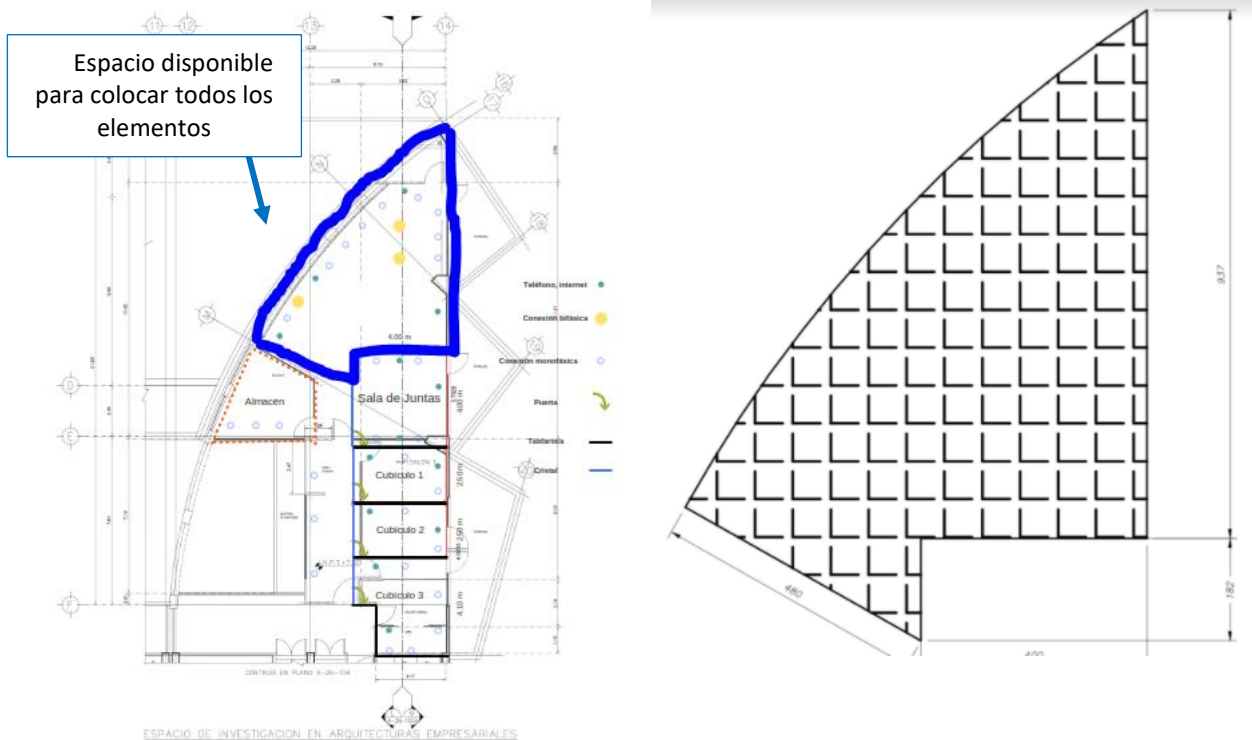


Figura 4. Plano del laboratorio de Manufactura

Se considera que el laboratorio sea equipado en al menos un 85% con equipo industrial, mismo equipo que se utiliza actualmente en el sector automotriz y alimenticio, principalmente. De esta manera, los alumnos pueden interactuar, adquirir las destrezas y conocimiento requerido para familiarizarse con el

entorno profesional al que se enfrentarán una vez que sean egresados.

Se considera que el proceso de equipamiento tiene un 15% de grado de avance ya que actualmente, se cuenta con equipos de impresión 3D, banda transportadora y sistema de visión, ver Figura 5.

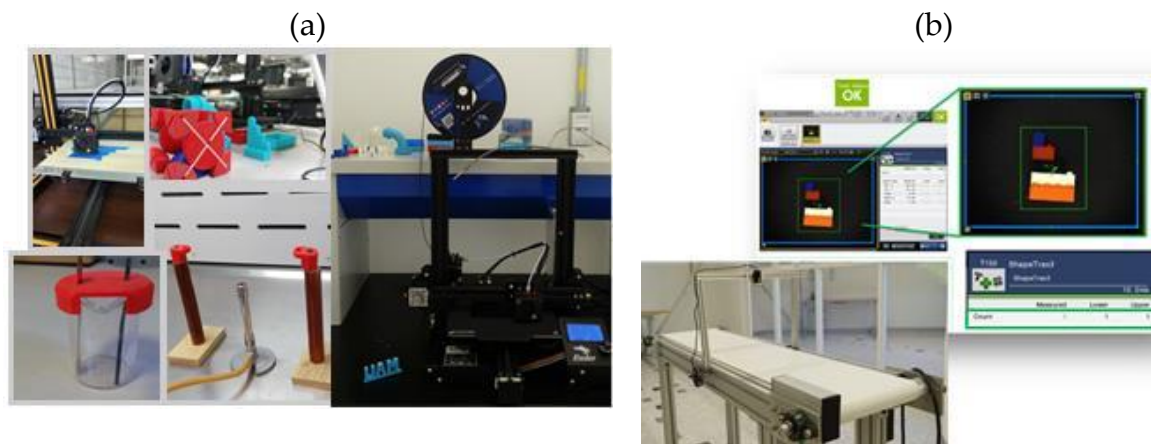


Figura 5. (a) Impresión 3D y (b) Banda transportadora y cámara de visión

Para simular un proceso de ensamble automatizado se espera contar con un cobot (brazo robótico colaborativo) UR3 de la empresa Universal Robots, en este brazo robótico se establecen los puntos y movimientos requeridos para manipular las piezas y realizar el proceso de ensamble a partir de "programación por aprendizaje". La principal característica de este brazo robótico es que, a partir del conocimiento experto del proceso, el mismo operador puede realizar la programación en un entorno colaborativo, de esta manera, no hay una sustitución del operador, sino que, en lugar de que éste se dedique a realizar actividades repetitivas se convierte en un gestor del proceso.

Una vez que se ha realizado el proceso de ensamble es necesario verificar la calidad, para esto se cuenta con el sistema de visión de la serie CV-X de la empresa Keyence. Con esta cámara es posible capturar imágenes del producto ensamblado y mediante la definición de características de calidad; por ejemplo: posición, forma y color, es posible establecer una condición de pieza aceptada y rechazada. En este caso, si la pieza es rechazada, la cámara envía una señal al cobot para que éste posicione la pieza en una banda transportadora y de acuerdo con la condición de la pieza, ésta es enviada a producto terminado o al sector de retrabajo. Actualmente se está trabajando

en la instrumentación de la banda transportadora para que la toma de decisión sea bidireccional, es decir, si el producto es aceptado la banda se mueve hacia la derecha y si el producto es rechazado se mueve hacia la izquierda.

Por último, se cuentan con dos impresoras 3D, Ender 3 Pro de la empresa Ultimaker. Con ayuda de estas impresoras se pueden desarrollar productos personalizados a partir del diseño original de los mismos. Actualmente se está trabajando en pruebas de impresión de las piezas que serán utilizadas como base para los procesos de ensamble, así como la fabricación de grippers colaborativos para el COBOT, para que la célula tenga la capacidad de innovarse según el producto.

También se tiene considerado el sistema de alimentación de tarimas y contenedores, un sistema de identificador del tipo de tarima o contenedor a utilizar dependiendo del producto a empacar.

Es importante mencionar que, dado que la célula de manufactura es reconfigurable y flexible, los puntos de inspección y secuencia de ensamble se pueden cambiar de acuerdo con requerimientos establecidos. Se tiene pendiente la fase de diseño, reconfiguración e integración del equipo, de tal manera que se pueda garantizar la interconectividad, comunicación y mando de los mismos para la adquisición y procesamiento de señales digitales que permiten el desarrollo de los procesos, siendo flexibles según el operador los configure.

Validación

La intención a mediano plazo con este laboratorio, es que nuestra universidad sea un referente tecnológico en industria 4.0 y colaborar activamente con el sector industrial para fortalecer la vinculación y trabajo colaborativo entre ambas partes.

Se tiene contemplado que este laboratorio ayude a fomentará el uso y aplicación de las nuevas tecnologías para el desarrollo de actividades productivas esto se pretende lograr por medio de la impartición de cursos de habilitación en el uso de las células de manufactura reconfigurables para la comunidad educativa y el sector empresarial.

Por otro lado, se espera evaluar el conocimiento a portado a los estudiantes una vez que éstos hayan desarrollado nuevas habilidades en el marco de la Industria 4.0 y se hayan incorporado en el mercado laboral.

La generación de proyectos de investigación con aplicación industrial es otra de las consideraciones que se están tomando en cuenta para evaluar el impacto del desarrollo de este nuevo laboratorio ya que no solo se espera que se apliquen las tecnologías de industria 4.0, sino que, se incursione en nuevas metodologías de trabajo.

El estudio representa retos en el corto, mediano y largo plazo, porque la formación de ingenieros, requiere de la aplicación de herramientas de innovación, en este caso un laboratorio de manufactura con el enfoque I4.0. Los resultados dependerán del avance de la aplicación y serán: a) certificación u acreditación por

algún organismo, b) sistema de gestión de la calidad, c) mejora continua, d) Barreras o limitaciones financieras, e) Colaborar con el cuidado del medio ambiente, personal, instalaciones, equipos y maquinaria, f) Mantener la vigencia tecnológica.

La investigación permite utilizar herramientas de evaluación a los alumnos al obtener los conocimientos derivados del

aprendizaje de estos temas y son: el sistema de gestión de la calidad que mide la satisfacción de estudiantes y las competencias adquiridas que se relaciona con la evaluación, como: a) Encuestas de satisfacción, b) Buzón de sugerencias, c) Pruebas escritas, d) Pruebas orales y e) Rúbricas.

CONCLUSIONES

El laboratorio permitirá estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías e incursionar en nuevas líneas de investigación orientadas a la mejora y optimización de los procesos. Las tecnologías 4.0 representan conocimiento emergente, en este escenario se identifican tres líneas de trabajo para un laboratorio de manufactura 4.0 en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco: formación de estudiantes incorporando las nuevas tecnologías, producción científica de alto impacto aplicada a los problemas nacionales y la vinculación interinstitucional entre la comunidad académica y la industria.

Para asegurar la contribución del laboratorio con los estudiantes de licenciatura, se plantea la integración de materias en el Plan de Estudio de la licenciatura en Ingeniería Industrial relacionadas con las temáticas de la industria 4 como la impresión 3D y la simulación de procesos productivos, así como desarrollar proyectos de fin de carrera multidisciplinarios con alumnos de

Ingeniería Industrial, Computación y Electrónica

El laboratorio será el primero en su tipo en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, lo que permitirá estar a la vanguardia en nuevas tecnologías y fomentará la participación de profesores investigadores de los Departamentos de Sistemas, Electrónica y Departamentos que cubren la docencia de las licenciaturas en Ingeniería Industrial y Electrónica. Las tecnologías 4.0 representan un conocimiento emergente, cambiado de fondo la forma en que se desarrollan nuestras actividades, en este escenario se identifican tres líneas de trabajo para un laboratorio de manufactura 4.0 en la UAM Azcapotzalco:

Formación de estudiantes. Muchas de las actividades operativas serán sustituidas, los profesionales deberán desarrollar actividades donde el pensamiento, la toma de decisiones y el diseño tendrán un gran valor agregado, en ese sentido, el laboratorio permitirá a los alumnos a aplicar información en distintos contextos para resolver problemas complejos de forma multidisciplinaria. Será muy

motivante para el estudiante realizar y desarrollar prototipos de productos, líneas de producción, sistemas de control y almacenamiento.

Incorporación de nuevas tecnologías. El equipamiento del laboratorio permitirá integrar en un lugar y espacio lo que actualmente se tiene en distintos espacios, esta situación permitirá tener en un entorno técnicamente multidisciplinar que complemente la formación universitaria para un entorno de industria 4.0.

Producción científica. El laboratorio fomentará el vínculo entre la academia y la industria, resolviendo problemas y de proyectos reales, fomentando en las industrias el cambio hacia este nuevo entorno donde las empresas deberán ser más rentables y sustentables en las áreas de desarrollo de productos y producción. Estos tres aspectos permitirán cerrar la brecha entre lo que requiere el mercado y lo que se imparte en la universidad.

Algunos de los retos que tendrá el presente proyecto será convertirse en un centro integrado de conocimiento que contemple formación de recursos humanos, investigación y transferencia de conocimiento para resolver necesidades y

capacitación en la industria, lo anterior partiendo del hecho que un sector de la industria ha iniciado un proceso de reconversión tecnológica y requerirán del apoyo de este tipo de centros, este proceso de reconversión requiere de una preparación minuciosa para solventar todos los retos que la Industria 4.0 planteará en los próximos años.

Frente a la necesidad de adquirir nuevos conocimientos, en los Planes de Estudios de las licenciaturas que pudieran converger en las actividades del laboratorio se deberán procurar el desarrollo de competencias en aspectos como desarrollo de sistemas, integración de tecnologías heterogéneas, tecnologías móviles, sensores, tecnología de red, ciencias computacionales y mantenimiento predictivo

En los procesos de enseñanza aprendizaje, la universidad deberán de procurar que los alumnos aprendan a través de actividades que les permitan estructurar sus razonamientos, perspectivas, potencialidades y capacidad creativa.

Respecto a los docentes, estos deberán de organizarse en áreas multidisciplinarias y con diversos enfoques, donde se trabaje en proyectos integrados.

REFERENCIAS

- Almada-Lobo, F. (2015). The Industry 4.0 revolution and the future of manufacturing execution systems (MES). *Journal of Innovation Management*, 3 (4), 16–21. https://doi.org/10.24840/2183-0606_003.004_0003
- Angrisani, L., Arpaia, P., Bonavolonta, F., & Moriello, R. S. L. (2018). Academic fablabs for industry 4.0: Experience at university of naples Federico II. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine*, 21 (1), 6-13. <https://doi.org/10.1109/MIM.2018.8278802>
- Anuşlua, M. & Fıratb, S. (2019). Clustering analysis application on Industry 4.0-driven global indexes. 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship (WOCTINE). *Procedia Computer Science*, 158, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.037>
- Arcos-Novillo, D. & Güemes-Castorena, D. (2017). Development of an additive manufacturing technology scenario for opportunity identification—The case of Mexico. *Futures*, 90, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.05.001>
- Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J. & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.04.022>
- Bongomin, O., Gilibrays, G., Oyondi, E., Musinguzi, A. & Omara, T. (2020). Exponential disruptive technologies and the required skills of industry 4.0. *Journal of Engineering*, 2020, 280156, 1-17. <https://doi.org/10.1155/2020/4280156>
- Bonina, C., & Eatonb, B., (2020). Cultivating open government data platform ecosystems through governance: Lessons from Buenos Aires, Mexico City and Montevideo. *Government Information Quarterly*, 37 (3), 101479. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2020.101479>
- Bustamante-Bello, R., Ruiz-Soto, G., Ramírez-Mendoza, R., Avila-Vázquez, R., Montesinos, L., Noguez-Monroy, J. & S. Navarro-Tucha (2016). Health Wearables for Early Detection of Frailty Syndrome in Older Adults in Mexico: An Informed, Structured Process for the Selection of a Suitable Device. *Procedia Computer Science*, 98, 374-381. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.057>
- Casalet, M. & Stezano, F. (2020) Risks and opportunities for the progress of digitalization in Mexico. *Economics of Innovation and New Technology*, 29 (7), 689-704. <https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719643>
- Chavarría, D., Batres, R., Wright, P. & Molina, A. (2017). A methodology to create a sensing, smart and sustainable manufacturing Enterprise. *International Journal of Production Research*, 56 (1-2), 584-603. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1386333>
- Coskun, S., Kayıkçı, Y. & Gençay, E. (2019). Adapting Engineering Education to Industry 4.0 Vision. *Technologies*, 7 (1), 10; 1–13. <https://doi.org/10.3390/technologies7010010>
- Erol, S.; Jäger, A.; Hold, P.; Ott, K. & Sihn, W. (2016). Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production. 6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories. *Procedia CIRP*, 54, 13-18. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.162>
- Faber, M. (2020). Robots and reshoring: Evidence from Mexican labor markets. *Journal of International Economics*, 127, 103384. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2020.103384>
- 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. <http://dx.doi.org/10.21703/rexe.20201940garces7>

- Grajales, V. (2018). *Estrategia en el marco de la industria 4.0, para el laboratorio de SIM de la Fundación Universitaria los Libertadores (Trabajo de grado)*. Fundación Universitaria Los Libertadores, Colombia. <http://hdl.handle.net/11371/3055>
- Ibáñez, M., Uriarte, A., Zatarain, R. & Barrón, M. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers & Education*, 145, 103734. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>
- Jaschke, S. (2014). Mobile learning applications for technical vocational and engineering education: The use of competence snippets in laboratory courses and industry 4.0. *2014 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)*, 605-608. <https://doi.org/10.1109/ICL.2014.7017840>
- Kliment, M., Pekarcikova, M., Trebuna, P., & Trebuna, M. (2021). Application of TestBed 4.0 Technology within the Implementation of Industry 4.0 in Teaching Methods of Industrial Engineering as Well as Industrial Practice. *Sustainability*, 13 (16), 8963. <https://doi.org/10.3390/su13168963>
- Kolb, D. (1984). *Experience as the source of learning and development*. USA: Prentice Hall.
- López, A., Ferreira, D., Hernández, E., Godoy, J., Fernández, G. & Paniagua, P. (2016). Multi-robot formation control using distance and orientation. *Advanced Robotics*, 30 (14), 901-913. <https://doi.org/10.1080/01691864.2016.1159143>
- Molina, A., Rodriguez, C. A., Ahuett, H., Cortés, J. A., Ramírez, M., Jiménez, G. & Martínez, S. (2005). Next-generation manufacturing systems: key research issues in developing and integrating reconfigurable and intelligent machines. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 18 (7), 525-536. <https://doi.org/10.1080/09511920500069622>
- Pérez, A.; Olvera, V.; García, C.; Soler, F. & Flores, I. (2020). Internet of things and industry 4.0 applied in the delivery system for the bicipuma bike-sharing system in UNAM-Mexico. *Procedia Manufacturing*, 42, 434-441. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.052>
- Pfeiffer, S. (2017). The Vision of BIndustry 4.0 in theMaking—a Case of FutureTold, Tamed, and Traded. *Nanoethics*, 11, 107–121. <https://doi.org/10.1007/s11569-016-0280-3>
- Ramírez, M. & Stapleton, L. (2019). Failure Factors in the Control of Large-Scale Business Intelligence Systems Development Projects: Case Study of an Advanced Engineering Firm in Mexico. *IFAC-PapersOnLine*, 52 (25), 579-584. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.12.609>
- Sackey, S. M., & Bester, A. (2016). Industrial engineering curriculum in Industry 4.0 in a South African context. *South African Journal of Industrial Engineering*, 27 (4), 101-114. <https://doi.org/10.7166/27-4-1579>
- Salah, B., Abidi, M., Mian, S. H., Krid, M., Alkhalefah, H., & Abdo, A. (2019). Virtual Reality-Based Engineering Education to Enhance Manufacturing Sustainability in Industry 4.0. *Sustainability*, 11(5), 1477. <https://doi.org/10.3390/su11051477>
- Sharma, S., Galicia, L.D., Susen, J. & Cornejo, L. (2017). Employing big data analytics to monitor transportation impacts in El Paso during Pope's visit to the US-Mexico border City of Juárez. *International Journal of Transportation Science and Technology*, 6 (2), 127-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2017.06.005>
- Vogel-Heuser, B. & Hess, D. (2016). Guest editorial industry 4.0 – prerequisites and visions. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 13 (2), 411–413. <https://doi.org/10.1109/TASE.2016.2523639>

Autores

Lisaura Walkiria Rodríguez Alvarado. Docente – investigador Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1653-4643>

Email: lwra@azc.uam.mx

Jesús Loyo Quijda. Docente – investigador Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2713-723X>

Email: lqj@azc.uam.mx

Miguel Ángel López Ontiveros. Docente – investigador Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9377-9639>

Email: mlopez@azc.uam.mx

Enrique Ávila Soler. Docente – investigador Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8980-0925>

Email: eas@azc.uam.mx

Sergio Miguel García Carranco. Docente – investigador Departamento de Sistemas, Universidad Autónoma Metropolitana UAM-Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1726-5772>

Email: smgc@azc.uam.mx

Recibido: 15-10-2021

Aceptado: 30-03-2022

Análisis de normativas de gestión de la mejora organizativa en función de su aplicabilidad a las funciones universitarias

Analysis of organizational improvement management regulations based on their applicability to university functions

María Stella Stradi Granados

Palabras clave: eficiencia, mejora continua, modelos de gestión, ISO, universidad

Key words: efficiency, continuous improvement, management models, ISO, university

RESUMEN

La mejora continua en la educación es indispensable para justificar los gastos que requiere una educación moderna. Existe una necesidad en el sector educativo de contar con metodologías para gestionar eficientemente los procesos académicos. Actualmente los esfuerzos de acreditación de organismos nacionales han incursionado en el tema, pero a nivel de la educación superior, no se evidencia una conceptualización de un modelo integral e integrado a todas las funciones características de una universidad. La metodología empleada es cualitativa de carácter descriptivo que utiliza una revisión sistemática de la literatura en cuatro etapas, enriquecida con casos de estudio que evidencian una implementación real de las normativas de gestión internacionales como las ISO. Este estudio desarrolla diversos modelos de gestión con el fin de conceptualizarlos y comprender su aplicabilidad en el contexto universitario. Al respecto surge la interrogante de si el alcance de los modelos seleccionados es aplicable a un entorno universitario y de la complementariedad entre ellos, tomando en consideración las funciones sustantivas de una universidad.

ABSTRACT

The continuous improvement in education is essential to justify the expenses that a modern education requires. There is a strong need in the educational field to have methodologies that efficiently manage academic processes. Currently, the accreditation efforts of national organizations have ventured into the subject, although, at the level of higher education there is no conceptualization of a comprehensive and integrated model for all the characteristic functions of a university. The applied methodology is qualitative of a descriptive nature that uses a systematic review of the literature conducted in four stages, enriched with case studies that show a real implementation of international standards like ISO. This study explains various management models to conceptualize them and understand their applicability in the university context. In this regard, the question arises as to whether the scope of the selected models is applicable to a university environment and the complementarity between them, taking into consideration the university substantive functions.

INTRODUCCIÓN

El tema de la mejora continua y la normalización aplicada a instituciones de educación superior ha demostrado ser complejo. Como mencionan Rubio, Abreu y Martínez (2019) los procesos sustantivos universitarios se ejecutan por medio de procedimientos acordes con modelos de gestión "que coexisten en las prácticas institucionales universitarias: estratégico, estructural-funcional, gestión de la calidad y enfoque de procesos; muchas veces no se logra la coherencia necesaria entre los diferentes enfoques que devienen de dichos modelos. Una apreciación semejante señalan Veliz, Alonso, Fleitas y Alfonso (2016) sobre la aplicación de la gestión integrada de proyectos y la gestión basada en procesos (sobre la que se aplican las normas ISO) en el ámbito universitario, donde se practican ambos enfoques, pero no se evidencia una gestión integrada de los mismos, sino que cada uno se trabaja por separado. Adicionalmente a los modelos externos, existen estándares nacionales que regulan la calidad de las instituciones de educación superior, lo cual agrega otra dimensión de análisis al tema de modelos de gestión aplicados en este tipo de organizaciones.

Tal y como lo mencionaron los autores supracitados existe una necesidad de estandarizar modelos a nivel de la gestión propia de una universidad y ante la reciente publicación de la primera versión de la norma ISO 21001: 2018, Sistemas de gestión para organizaciones educativas,

surge la interrogante de si este estándar cubre esa necesidad.

Se presenta entonces un estudio que busca detallar modelos de normalización internacionales de reciente publicación y relacionarlos con las funciones características de los sistemas de educación superior para analizar su aplicabilidad como estándares que cubran de forma integral la gestión universitaria.

Se seleccionaron tres modelos de corte internacional y se describen sus características, a la vez que se complementa la información con planteamientos de modelos específicos aplicables a la mejora de la calidad de los sistemas de enseñanza en línea. Se realiza un análisis comparativo de factores como parte de los resultados.

La metodología utilizada es de carácter cualitativo descriptivo y detalla el funcionamiento e interrelación de los modelos de gestión, lo que, aunado al conocimiento de las funciones propias de una universidad, permite visualizar una propuesta de aplicación de las normativas internacionales al campo universitario.

De los resultados se pudo concluir que los modelos estudiados son aplicables al ámbito universitario, que presentan complementariedad entre ellos, tienen cierto grado de flexibilidad, pero por su complejidad aún no han sido mayormente adoptados, lo cual evidencia la necesidad de planteamientos futuros para viabilizar una implementación progresiva y acorde con la gestión universitaria.

Revisión de la literatura

La gestión educativa es una joven disciplina científica (Cruzata y Rodríguez, 2016) que ha dado origen a múltiples investigaciones (Rubio et al, 2019).

Existen modelos teóricos de la gestión educativa que han progresado a lo largo del tiempo, que complementan a sus predecesores y se fortalecen con nuevas comprensiones de la realidad, según las demandas del desarrollo económico, político y social (Cruzata y Rodríguez, 2016). Por ejemplo, los sistemas de gestión de la calidad son modelos estructurados de gestión que propician la eficiencia y el incremento de la productividad, independiente del sector que las utilice (Hernández, Barrios y Martínez, 2018). De hecho, para proyectos, la mejora en dichos sistemas ha permitido el perfeccionamiento de la gestión de proyectos (Nápoles, Moreno y Batista, 2020).

Se reconoce que la universidad tiene características distintivas respecto de otras organizaciones, que falta una adecuada contextualización de la gestión universitaria y que la complejidad de sus procesos revela la necesidad de un enfoque moderno, diferenciado en su gestión, para desarrollar un modelo de excelencia (Ortiz, Pérez y Velázquez, 2019; Ricardo, Velázquez y Pérez, 2019).

Eficiencia y eficacia en el Sector Público

La gestión de una organización es medida en términos de la eficiencia y eficacia, hoy en día se habla del concepto de control interno como una herramienta para la mejora continua de la gestión, que permite

la obtención de la eficiencia, efectividad y economía en las operaciones de la organización (Mendoza, Delgado, García y Barreiro, 2018). Para el sector público, se ha demostrado que aquellas instituciones públicas más eficaces y eficientes impactan positivamente en los indicadores macroeconómicos de un país y también en la mejora de la calidad del capital humano (Carta y Pou, 2018).

Según Becerra (2017) independientemente de si el sector económico de la organización es público o privado, el análisis de la eficiencia es requerido. En el caso de instituciones de gobierno, la eficiencia debe ser medida por los beneficios económicos derivados, por su contribución a solucionar los problemas sociales y por la optimización del gasto público (para este último parámetro se señalan catorce estudios consultados). De hecho, en un estudio de Carta y Pou (2018) sobre el sector público español, se menciona que la productividad del sector público debe ser medida en términos de la eficacia porque refleja mejor los resultados de las acciones de gobierno, mientras que si se mide sólo la productividad y la eficiencia se reduce la evaluación a un enfoque cuantitativo.

Para las instituciones públicas estos conceptos están relacionados con el tema de gobernabilidad de forma que el éxito de una organización se mide en términos de eficacia, eficiencia, transparencia y legalidad, acorde con prácticas administrativas centradas en la mejora del desempeño (Portal, 2016).

Instituciones como el Programa de Naciones Unidas (PNUD), el Fondo

Monetario Internacional (FMI) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE: Organization for Economic Cooperation and Development) han definido principios de buena gobernanza dentro de los cuales se contemplan la eficiencia y eficacia.

En Costa Rica, el tema de control interno en las instituciones promueve la creación de un sistema de control (SCI) que garantice la eficiencia y eficacia de las operaciones, de manera que una organización pueda cumplir sus objetivos y a la vez utilizar de manera óptima los recursos disponibles. La eficiencia y eficacia como principios constitucionales (Constitución Política de Costa Rica, 1949) y referidos en la Ley General de Control Interno 8292 del 2002 (LGCI), se complementan con la visión de una gestión apegada a la transparencia, legalidad, economía y alta motivación del personal para lograr una adecuada rendición de cuentas de acatamiento obligatorio (CGR, 2009).

Enfoque de procesos en sistemas de gestión

El enfoque de procesos es uno de los siete principios de la gestión de calidad y está presente en las normas ISO de gestión (Sirvent, Gisbert y Pérez, 2017), tales como la ISO 9001 y su implementación depende del nivel de madurez de la organización (Zaldumbide, 2019).

La gestión por procesos se basa en el cumplimiento de la misión organizativa por medio de la generación de valor al cliente (Hernández, Martínez y Cardona, 2016) y que, según Campaña, Melendres, Flores y Acosta (2020), para una

universidad se dirige a la formación de profesionales, considerando procesos de innovación y la particularización de la enseñanza.

La gestión por procesos se refiere a un sistema integral de procesos que permite visualizar la cadena de valor de un sistema productivo haciendo énfasis en la satisfacción del cliente y a la vez permitiendo la mejora continua en la eficiencia de los procesos (Hernández, et al, 2018).

En el caso de la universidad se requiere innovar para buscar un equilibrio desde la regulación en beneficio del estudiantado (Campaña, et al, 2020), orientarse hacia la obtención de resultados basada en la calidad del proceso educativo (Ricardo, et al, 2019) y a la satisfacción de las demandas de la sociedad haciendo un uso eficiente de los recursos (Ortiz, et al, 2019). En América Latina la gestión por procesos ha sido implementada con excelentes resultados (Campaña, et al, 2020).

La mayoría de las publicaciones sobre el enfoque de procesos se refieren al campo empresarial (Rubio et al, 2019), pero también se ha desarrollado en el tema de la gestión en el ámbito universitario donde se concluye que ésta debe estar sustentada en un enfoque de procesos (Ortiz et al, 2019).

La OCDE (2016) señala que la gobernabilidad es la optimización de los procesos de las instituciones de gobierno e implica la evaluación de la eficiencia y eficacia de los mismos para lograr la estrategia integral de gobierno en beneficio de los ciudadanos y la sociedad.

Organizaciones internacionales de carácter normativo, como la Organización Internacional de Estandarización ISO (del inglés Organization for Standardization) producen normas en diversos campos del conocimiento, como lo es la gestión organizativa.

La familia de normas ISO 9000, promueve la creación de sistemas de gestión de la calidad en organizaciones de cualquier tamaño y se centra en un enfoque de procesos, con miras a la mejora del desempeño organizativo y al aumento de la satisfacción del cliente (ISO 9001, 2015). El ciclo de mejora continua de Deming de Planear-Hacer-Verificar y Actuar, sirvió de base conceptual al modelo de la serie ISO 9000; fue desarrollado por Walter Shewart en 1920 y adoptado en Japón por aportes del Dr. Deming (Yáñez y Yáñez, 2012).

Los conceptos de eficiencia y eficacia están ligados con el de la mejora de los procesos que propone ISO y requieren de una especialización profesional para la correcta implementación de un sistema de gestión

acorde con los estándares de calidad requeridos por el cliente, según lo señala la normativa internacional ISO 9001:2015.

Autores como Gutiérrez (2014) sugieren que existen aspectos fundamentales de un sistema que promueven la excelencia, entre ellos destaca el lograr el alineamiento del marco estratégico de la organización con su propio sistema de gestión ISO, el cual debe ser monitoreado y controlado en función de la estrategia predefinida.

Las universidades públicas no están exentas de la aplicación de las normativas ISO porque son sistemas organizacionales con sistemas productivos, con procesos académicos sujetos a los principios de la mejora continua (eficiencia y eficacia aplicados) que deben estar alineados con el marco estratégico organizacional. La promulgación de la nueva norma de sistemas de gestión educativos ISO 21001 (ISO, 2018) refuerza esta tendencia de contar con un enfoque sistémico en los sistemas educativos.

METODOLOGÍA

El estudio realizado es cualitativo de carácter descriptivo porque aborda el tema mediante la realización de una serie de actividades secuenciales que buscan conceptualizar el fenómeno de estudio (Hernández et al., 2014).

La revisión sistemática de literatura se realiza para un periodo de 12 años (2010-2021). Es utilizado el Metabuscador Citius que brindó acceso a diez bases de datos tales como: Scopus, Proquest, Web of

Science, Dialnet y Academic Search Complete. Se complementa la búsqueda con Google Académico y las normas de AENOR (Agencia Española de Normalización). Se trabaja con descriptores en tres búsquedas: una en español (ISO, sistemas de calidad, normas universidades, certificación), otra idéntica en inglés y la tercera, le agrega a la segunda búsqueda el descriptor de EFQM. Se obtienen 3344 registros, de los cuales se extraen ejemplos de casos de éxito.

La primera etapa investigativa inicia con la búsqueda bibliográfica relacionada con los temas de eficiencia, eficacia, sistemas de gestión de la calidad, norma ISO, modelos específicos de gestión. El estudio discute diferentes modelos de gestión conocidos a nivel mundial (como los ISO) y que resultan útiles en el contexto de instituciones de educación superior (IES). En la segunda etapa del estudio de la información se seleccionan tres modelos de gestión generales con el fin de detallar su alcance y características más relevantes. La selección de los modelos se hace tomando en cuenta su actualización normativa y también con base en la experiencia profesional. Se realiza un análisis comparativo y se discute al respecto. En

forma complementaria, se presenta información sobre modelos específicos de gestión para la enseñanza en línea. En la tercera etapa se busca información sobre la implementación de estos modelos de gestión universitarios que puedan ser considerados como ejemplos de casos de estudio. El criterio para ser considerado es que hubiesen obtenido la certificación de sistema de calidad y no aquellos que sólo constituirían propuestas de acción.

En la última etapa, se elabora una discusión que propone formas de abordaje de la temática a nivel de los procesos sustantivos de una universidad, con el fin de buscar la aplicabilidad de los modelos expuestos en el apartado de desarrollo.

En la última etapa, se elabora una discusión que propone formas de abordaje de la temática a nivel de los procesos sustantivos de una universidad, con el fin de buscar la aplicabilidad de los modelos expuestos en el apartado de desarrollo.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

La evolución de los modelos de gestión se ilustra en la figura 1. Estos modelos generales de mejora continua de procesos y de gestión de carteras de proyectos a nivel

internacional, han tenido como corolario local el desarrollo de normativas en el tema de control interno.

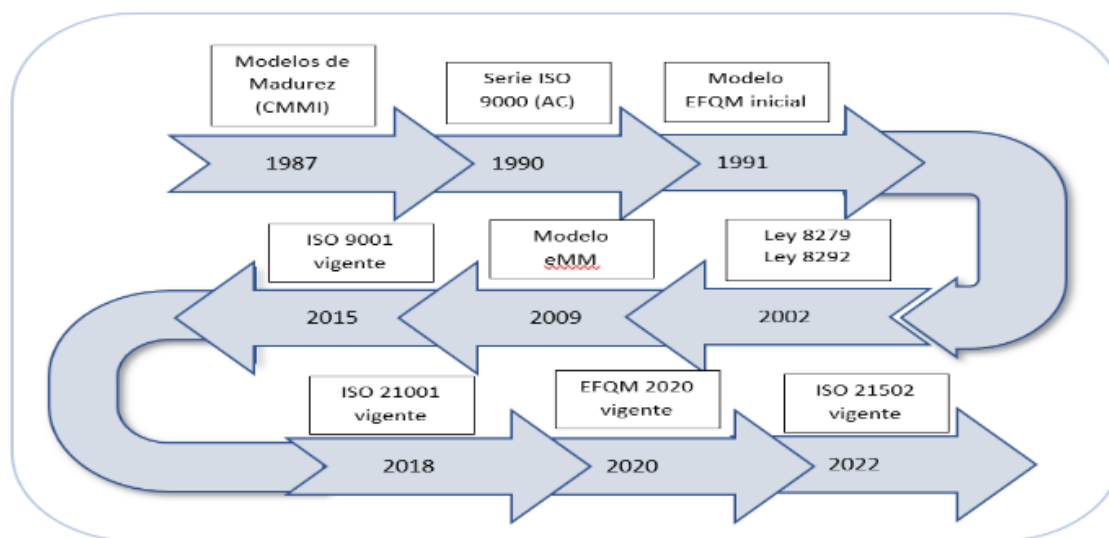


Figura 1. Línea temporal de surgimiento de normativas

Modelos de gestión generales

Modelo de Excelencia EFQM 2020

El modelo EFQM presentado por la Fundación Europea para la Gestión de la Calidad (del inglés European Foundation for Quality Management) propone un método de autoevaluación reconocido a nivel mundial y aplicado en empresas

multinacionales (Yousaf y Bris, 2021; EFQM, 2022). El origen de este modelo se remonta al año 1991 y se ha transformado varias veces, la penúltima en el 2013 y la última es la versión vigente del 2020. En la figura 2 se observa el modelo oficial en forma gráfica.



Figura 2. Modelo EFQM 2020.

Fuente: Modelo EFQM 2020. <https://www.clubexcelencia.org/conocimiento/modelo-efqm>

Las variantes que propone el nuevo modelo es visualizar a la organización como parte de un ecosistema, en el cual no sólo existe, sino que debe impactar con un liderazgo con visión futurista interesado por el bienestar de sus colaboradores productivos y también por el de la sociedad en general (Torres, 2020).

El cambio en la versión también implica crear valor sostenible para sus grupos de

interés clave y generar resultados sobresalientes, una menor jerarquización y una gobernabilidad basada en el colaboración de las partes involucradas en la generación y recibo de servicios.

El modelo tiene un enfoque basado en resultados con tres bloques que son: Dirección, Ejecución y Resultados, de los cuales se derivan siete criterios y veintitrés subcriterios de excelencia.

El modelo presenta 3 elementos de la organización interrelacionados: el liderazgo colaborativo guía a la organización a cumplir su propósito (dirección), misión y visión que permiten llevar a cabo procesos (ejecución) que conllevan al cumplimiento de metas estratégicas y operativas (resultados). El concepto fundamental asociado al bloque de ejecución es lograr el éxito mediante la generación de valor sostenible, lo cual debe necesariamente estar ligado a los procesos de la organización, los cuales requieren gestionarse desde la óptica de la transformación que trascienda el objetivo de logros internos.

Según Medina (2020), el modelo EFQM 2020 es "un referente para el desarrollo de una cultura de mejora e innovación" (s.n.) que permite la proyección de la organización a nivel externo como un ente de cambio, que colabora con grupos de interés en un ecosistema social, en el cual es importante la producción de bienes y servicios y su consecuente generación de un bienestar colectivo.

Es importante recordar que, a nivel de educación superior, el tema de la innovación es relevante por el efecto que tiene en el proceso de generación de nuevas tecnologías y de transferencia de conocimiento de una generación a la siguiente. En ese sentido, el modelo EFQM 2020, a diferencia de otros modelos, contempla el aspecto de la innovación.

El modelo EFQM reconoce acertadamente que pueden existir carencias y buscar la mejora continua. Sin embargo, los recursos que exige la implementación de este tipo de

iniciativas y la falta de conocimientos en materia de gestión complican su implementación en instituciones educativas (González et al., 2021).

Para la evaluación del modelo, se utiliza un esquema de puntuación (matriz evaluativa), denominado REDER cuyas siglas corresponden a la medición de: Resultados, Enfoque, Despliegue, Evaluar y Revisar. Usa el mismo principio que el ciclo PHVA de Deming.

Modelo ISO 21001: 2018. Sistemas de gestión para organizaciones educativas.

Esta normativa se fundamenta en lo establecido en las normas de referencia de la serie ISO 9000, mayormente en la ISO 9001:2015, con la cual comparte una estructura muy semejante y el requerimiento de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) basado en procesos, pero con diferencias técnicas, al estar enfocada en el quehacer de las organizaciones educativas definidas en la norma como: "organización cuyo negocio principal es la provisión de productos educativos y servicios educativos" (p. 17).

En el objeto y campo de aplicación de la normativa, se indica que la norma va dirigida a "todas las organizaciones que utilizan un currículo para apoyar el desarrollo de competencias..." (p. 14), lo cual podría incluir entonces a las IES, sin embargo, al revisar la normativa, se puede determinar que la referencia al uso de los términos universidad (o de educación superior), aparece mencionada solamente en tres ocasiones, lo cual es deficiente en un área pivote del sector educativo.

En ese mismo apartado de la norma, se hace la salvedad de que el "documento no se aplica a organizaciones que sólo producen o fabrican productos educativos" (p. 14), lo cual, al no dar un mayor detalle de esa anotación, genera confusión sobre el alcance exacto de la normativa y del uso de otros documentos normativos para los procesos que se considera pudieran no ser contemplados en esta norma (como podrían ser los procesos de producción editorial).

En cuanto a otra función sustantiva de la universidad como es la investigación, ésta es vista como una forma de adquirir conocimiento y de detección de mejoras necesarias en productos y servicios (por ejemplo, mejoras en el diseño). La mención de la palabra investigación aparece 12 veces en el texto, mayormente ligada a dos conceptos: como una función de la universidad y como un método de estudio de causas para la generación de información para la mejora. Sin embargo, a nivel universitario, la investigación como función sustantiva propia de una universidad, tiene una definición más amplia y está asociada también a otros conceptos como son la creatividad y la innovación, del cual se derivan nuevos paradigmas de conocimiento científico y desarrollo (Romero, Suárez y Rodríguez, 2018; Álvarez, Natera y Castillo, 2019).

Tal y como lo indica la norma ISO 21001 (2018), el modelo se aplica para demostrar la capacidad del sistema de gestión para apoyar la adquisición y el desarrollo de competencias a través de la enseñanza, aprendizaje e investigación. La función del

sistema de gestión (SGC) es entonces "involucrar activamente a los estudiantes en su propio aprendizaje, teniendo en cuenta las necesidades de la comunidad, la visión y misión de la organización educativa y los objetivos y resultados de los cursos" (p. 59). Nótese que la norma señala como fuente de conocimiento primordialmente los cursos, lo cual representa una visión limitada.

El enfoque basado en procesos parte del conocido ciclo de mejora continua de Deming, persigue el aumento de la satisfacción estudiantil y de otros beneficiarios de la sociedad. Se propone la construcción de un sistema de procesos interrelacionados que contribuya a la eficacia y eficiencia de la organización, que esté apoyado en una cultura organizativa proactiva y con potencial de cambio, en pro de la satisfacción del usuario, el personal y otros interesados.

La normativa está orientada por once principios dentro de los cuales destacan para el sector educación cuatro de ellos: la responsabilidad social; la accesibilidad y la equidad; la conducta ética en educación y la seguridad y protección de los datos.

El sistema de gestión es denominado SGOE e incluye además del contexto, seis componentes interrelacionados de forma secuencial que son: el liderazgo, la planificación, el apoyo, la operación, la evaluación del desempeño y la mejora. A diferencia de la norma ISO 9001:2015, esta normativa es explícita en la necesidad de contar con una cultura organizacional apropiada para la implementación del sistema de gestión, lo cual en el caso de una

institución de educación superior se ve representado con una cultura de excelencia académica. En la figura 3 se muestra la

estructura de la norma y la forma en que conceptualizan los procesos del sistema de gestión.

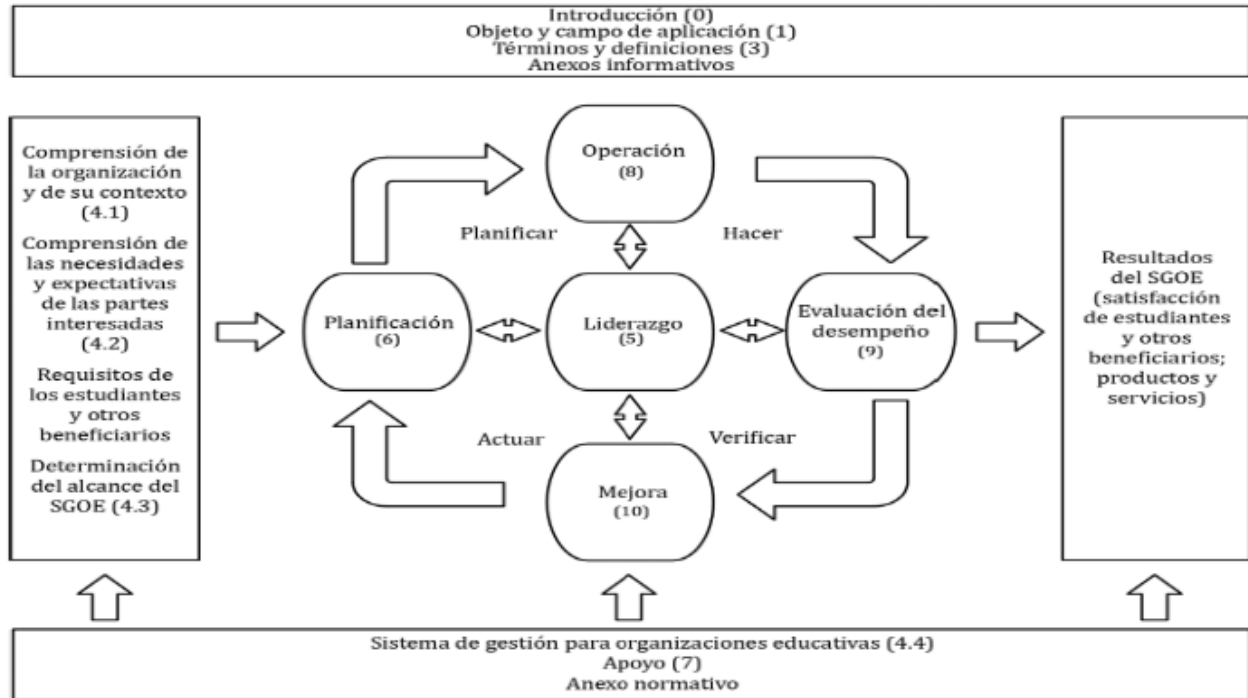


Figura 3. Estructura de la norma ISO 21001:2018. Fuente: ISO 21001:2018 (ISO, 2018)

Puede notarse en la figura 3, que el sistema de gestión parte del liderazgo y la planificación, elementos que direccionan la operación del sistema con el fin de obtener resultados, sujetos de valoración y de propuestas de cambio para garantizar la mejora continua. En ese escenario, existe un entorno de la organización, con partes interesadas y beneficiarios que dictan los requerimientos del sistema. El enfoque de procesos de la norma promueve la orientación a resultados (obtenidos con eficacia y eficiencia), principalmente los relacionados con la satisfacción estudiantil y también con la satisfacción de las necesidades de otros actores sociales.

A lo largo del modelo se evidencian especificidades en los requisitos normativos ISO, llamando primordialmente la atención aquellos relacionados con la gestión educativa, que corresponde al componente denominado Operación. Los elementos diferenciadores pueden encontrarse a nivel de la planificación, la admisión de estudiantes, el diseño de productos y los servicios, la producción, la evaluación, la información, la propiedad intelectual y el seguimiento de los productos educativos.

Modelo ISO 21502:2022. Dirección y gestión de proyectos, programas y cartera de proyectos.

La norma ISO 21502:2022 representa el resultado del trabajo técnico de ISO aplicado al tema de gestión de proyectos cuya versión anterior fue la publicada en el 2012, la cual tenía un enfoque de procesos, siendo que esta nueva versión realiza un ordenamiento diferente y mejora los conceptos de: dirección y gestión, enfoque a beneficios, análisis del entorno, roles y responsabilidades adicionales, añadidura de nuevos temas y responsabilidades.

La gestión de proyectos brinda un marco de gestión integrado para generar valor mediante la administración por objetivos de proyectos, programas y carteras de los mismos, que estén alineados con el marco estratégico. Cuando la organización produce más beneficios que los recursos invertidos se dice entonces, que se genera valor positivo.

Para llevar a cabo la gestión profesional de proyectos, se identifican dos tipos de entornos: uno interno y otro externo; el primero de ellos tiene relación con la gobernanza de la organización y la gestión de programas y proyectos; el segundo, está influenciado por la cultura, la estructura y los procesos organizativos. El buen manejo de los factores asociados con el entorno permiten la gobernanza de los proyectos en un ambiente de eficiencia y eficacia en el manejo de los mismos.

La gobernanza de un proyecto es definida por la norma ISO 21502:2022 como el conjunto de "principios, políticas y procedimientos por los que un proyecto es autorizado y dirigido para lograr los objetivos acordados" (p. 11), basándose en un caso de negocio en desarrollo acorde

con el ciclo de vida de un proyecto. El proyecto se considera como único y relacionado con otros procesos organizacionales y sistemas existentes en la organización.

La filosofía de la mejora continua es también parte de la gestión de proyectos y se evidencia a través de procesos de evaluación de: la alineación estratégica al marco de gestión, la implementación de mejoras y las lecciones aprendidas, el desarrollo de habilidades en el personal, la acción de la alta dirección y la comunicación en todos los niveles de responsabilidad del proyecto.

En la normativa, existe un desglose de apartados donde se describen las etapas para la dirección, supervisión control, monitoreo, realimentación, entrega y actividades posteriores al cierre de un proyecto.

A continuación, se presenta de forma resumida la estructura de esta norma. La estructura de la normativa utiliza dos capítulos para explicar cada uno de estos apartados, que van desde la consideración de las actividades previas del proyecto y la planificación hasta las actividades posteriores y el levantamiento de las lecciones aprendidas.

La normativa establece una serie de requisitos que deben cumplir los proyectos para ser aprobados para implementarse. En el apartado 5.2 de la normativa, se establecen ocho elementos a considerar para apoyar en elementos técnicos esta decisión.

Cuando se piensa en proyectos a nivel universitario los requisitos que establece la

norma resultan parcialmente aplicables, considerando la necesidad de hacer un uso eficiente de los recursos financieros, financiando proyectos que realmente generen un valor agregado para la población meta. Dentro de los criterios que se pueden evaluar para determinar la viabilidad de un proyecto y que son aplicables al contexto de las universidades se incluyen: la identificación de necesidades y beneficios, el alineamiento con los objetivos estratégicos de la institución, la capacidad real de gestionar el proyecto, los recursos requeridos (incluyendo presupuestos), los resultados e impactos y la disponibilidad de las competencias necesarias.

Esta normativa, no hace referencia al tema de innovación (cero menciones), por lo que para el caso de proyectos universitarios que tengan este componente, debe valorarse su viabilidad de acuerdo con otros criterios organizacionales. La norma sin embargo no se refiere a los procesos creativos e innovadores que inicialmente representan alto riesgo y están asociados a un valor exploratorio. Como ejemplo pueden mencionarse proyectos asociados con el desarrollo de nuevas tecnologías o de nuevos productos y que en las instituciones de educación superior se relacionan con la incubación de negocios por medio de las spin-off universitarias.

Análisis comparativo de los modelos seleccionados

Para el análisis se toman en cuenta categorías comparables de los modelos, dentro de las cuales se incluyen las mencionadas por González y Bernárdez

(2021). En la Tabla 1 se muestra esta información.

Se analizaron catorce variables comparativas tomando en consideración que en todos los casos se trata de modelos generales de aplicación internacional desarrollados por expertos y que permiten un reconocimiento equiparable en varios países, lo cual propicia la estandarización, las buenas prácticas y la disminución de barreras técnicas no arancelarias al comercio.

En cuanto al ámbito de aplicación, como se comentó en cada uno de los apartados de los documentos normativos expuestos, la aplicación a diferentes tipos de organización y procesos es posible partiendo de la existencia de elementos básicos como son la cultura organizacional apropiada y el enfoque de los procesos (por ejemplo, en proyectos, que la forma de trabajo de la organización sea proyectizada).

Al ser estándares internacionales de aplicación generalizada, no existe una mención específica al tema de universidades: en algunos casos no se incluye del todo y en otros se menciona de forma general, lo cual evidencia la necesidad futura de documentos sectoriales complementarios de apoyo (como pueden ser las guías técnicas) para la implementación efectiva en estos entornos especializados con realidades complejas de innovación, reflexión y abstracción que van más allá de la existencia de procesos repetitivos normalizados.

Tabla 1. Análisis comparativo de los modelos de gestión seleccionados

Categoría	EFQM 2020	ISO 21001: 2018	ISO 21502:2022
Autor del modelo	EFQM	ISO	ISO
Ámbito de aplicación	Todo tipo de organización	Todo tipo de centros educativos	Organización (proyectizada)
Tipo de estándar	Guía de Excelencia	Norma internacional	Norma internacional
Tipo de reconocimiento	En 3 niveles, por puntaje	Certificación, nivel cumplimiento	Certificación, nivel cumplimiento
Conceptualización	Modelo escalonado de excelencia	Modelo integral por procesos	Modelo integral por proyectos
Fundamentos del modelo	Mejora continua, enfoque resultados	Mejora continua, enfoque al usuario	Gobernanza de los proyectos
Referencia a cultura organizativa	Sí indica	Sí indica	Sí indica
Objetivos del modelo	Creación de valor sostenible con proyección social	Certificación de la calidad del sistema	Certificación de la calidad del proyecto
Busca la eficacia y eficiencia	Sí, aporta valor a la sostenibilidad	Sí, por medio de un sistema de gestión	Sí, por medio de un entorno de gestión
Cantidad de dimensiones	3	7	3
Dimensiones del Modelo	Dirección, Ejecución Resultados	Contexto, Liderazgo, Planificación, Apoyo Operación, Evaluación del desempeño, Mejora	Requisitos previos, Prácticas para la gestión integrada, Prácticas de gestión.
Fundamentos para evaluación	Esquema lógico REDER	Auditoría de cumplimiento	Auditoría de cumplimiento
Cambios que origina	Excelencia organizacional e impacto en entorno	SGC certificado, mejora en calidad de productos/servicios	Proyectos eficaces que generan valor y beneficios
Orientación de los procesos	Búsqueda paulatina de la excelencia	Optimización de sistema	Gestión de proyectos y programas
Refiere a término de innovación	Sí indica	Sí indica	No indica
Gestión del cambio	Adaptación actual y visión futura	Sí, pensamiento basado en riesgos	Sí, se incorporan las lecciones aprendidas y la mejora

De la comparación de los modelos, se desprende el hecho que la consideración del entorno organizativo interno y externo es fundamental para la alineación del sistema y del marco estratégico organizacional. A nivel interno, la cultura

organizacional es valorada con un factor importante a considerar como parte de la implementación del modelo, ya que son las personas las que hacen posible esta acción. Se pudo determinar que el enfoque en que la organización tenga ordenados sus

productos y procesos incide en el criterio de elección de la normativa, pero que todas buscan la eficiencia y eficacia del sistema.

Otros criterios como el tipo de reconocimiento que se persiga lograr también es importante de valorar no sólo desde el punto de vista de metas de la organización, sino también de las necesidades del usuario (como puede ser el impacto de la certificación en programas que imparten determinadas titulaciones, influye en su valoración en temas de empleabilidad).

En organizaciones de alta complejidad, como son las universidades, existen múltiples objetivos, procesos, productos y servicios, resulta importante conocer los alcances generales de las normativas estudiadas para poder determinar la mejor combinación de ellas, en lo que podría ser un sistema integrado de gestión que pueda abarcar aspectos de normas internacionales como también el propio sistema de gestión vigente en cada organización.

No se contemplan en el análisis comparativo, los modelos de gestión específicos, puesto que carecen de ese carácter integral y sistémico que tienen los modelos internacionales (son muy puntuales), sin embargo, posteriormente se identifican varios modelos de gestión propuestos para evaluar eventualmente también la enseñanza en línea de instituciones educativas, cuya relevancia se ha incrementado en el contexto de la pandemia mundial actual.

Modelos específicos de gestión

Los anteriores son modelos de gestión generales aplicables en el ámbito

internacional a todo tipo de organizaciones y que permiten optar por reconocimientos incluidos en acuerdos de cooperación multilateral entre los países.

Existen otro tipo de modelos que son considerados especializados y que se refieren a procesos o campos específicos de acción, que no implican un enfoque integral sistémico de la organización, sino que se orientan a la mejora de procesos y subprocesos en forma individualizada.

En la presente discusión, interesa referirse a modelos utilizables en instituciones de educación superior que impartan enseñanza en línea.

Dentro de los primeros modelos específicos para la evaluación de la calidad de la enseñanza en línea, destaca el modelo de madurez eMM (del inglés e-learning Maturity Model) de Stephen Marshall, el cual fue propuesto desde el 2009.

El modelo eMM es un mecanismo que mide la madurez organizacional para la prestación de servicios con calidad en los procesos de enseñanza en línea mediante una metodología que evalúa subprocesos y dimensiones, utilizando la tecnología para la enseñanza y el aprendizaje (Marshall, 2013).

El modelo eMM consta de cinco categorías: aprendizaje, desarrollo, soporte, evaluación y organización, los cuales a su vez tienen 35 subprocesos que se evalúan de acuerdo con cinco dimensiones de capacidad de proceso: entrega, planeamiento, definición, administración y optimización. El modelo permite identificar estrategias de corto plazo para mejorar la calidad y, además, que puede ser

aplicado a varias organizaciones con el fin de establecer comparaciones y oportunidades de mejora colaborativa.

Marciniak y Sallán (2018) realizaron un estudio comparativo de modelos de gestión para la enseñanza en línea en 25 organizaciones de países de todo el mundo. Estos modelos eran de un alcance específico a la enseñanza en línea, con escasa complejidad y poseen pocas categorías de evaluación. Al compararlos con los modelos descritos de normas internacionales, se puede notar que, por su extensión y alcance, son instrumentos de uso más limitado que no incluyen una visión sistémica a nivel de organización.

Estos modelos más específicos comparten similitudes y están orientados a temas específicos como son: facilitar la evaluación de la institución en general o en algunas de las titulaciones que imparte; evaluar el impacto de una determinada acción/experiencia formativa; diseñar y evaluar productos y servicios de aprendizaje en línea; autoevaluar programas/cursos de educación virtual; asegurar la calidad de la impartición de la educación virtual y revisar el éxito de sus programas de aprendizaje en línea.

Los resultados del citado estudio concluyen falta de uniformidad en las dimensiones propuestas por los autores de los modelos pero que pueden agruparse en siete tipos: contexto institucional, estudiantes, docentes, infraestructura tecnológica y aspectos pedagógicos.

En el contexto institucional se incluyen aspectos como el análisis de las necesidades formativas, los recursos financieros y

humanos. En la dimensión de estudiantes aparecen los factores de perfil del estudiantado y de satisfacción estudiantil. En la dimensión de contexto docente figuran aspectos como el perfil docente y el desarrollo profesional. En la dimensión de infraestructura tecnológica se abarca lo relacionado con infraestructura técnica y aquella ligada a aspectos pedagógicos. En la dimensión de aspectos pedagógicos se refiere al proceso de enseñanza, sus objetivos, materiales y recursos didácticos. Por último, en la dimensión de ciclo de vida del programa o curso, se contemplan aspectos sobre diseño, desarrollo, evaluación y resultados obtenidos (medición de la eficacia).

De los 25 modelos referidos, tres de ellos fueron propuestos por universidades: Universidad Virtual de Michigan, Universidad de Wisconsin, Universidad Virtual de África y uno de ellos por la Asociación Europea de Universidades de enseñanza a distancia (EADTU).

Casos exitosos de implementación de modelos de gestión generales

A continuación, se presentan una serie de ejemplos de casos en los que se han implementado modelos de gestión ligados a normas internacionales.

Los casos seleccionados abarcan empresas, organizaciones y universidades y vale la pena señalar que la disponibilidad de ejemplos es escasa debido a la dificultad de encontrar entes certificados o acreditados en campos afines a la educación superior; tal y como señalan Golowko et al. (2017): "pocos estudios tratan de la

implementación y desempeño de la gestión de la calidad en universidades”.

Lo anterior aunado al hecho de que los documentos normativos estudiados son de reciente aprobación (menor a 4 años) se dificulta el encontrar organizaciones certificadas, por lo cual, se presentan casos de éxito aplicados con versiones anteriores a la normativa vigente.

En un estudio novedoso realizado en clínicas de Colombia y publicado en el 2013 (Osorio et al., 2016), se evidenció que posterior a la certificación de un sistema ISO 9001 se percibió un impacto positivo en la gestión empresarial y una mejora continua en la calidad de servicio brindado al usuario. También en Colombia, pero en el ámbito de la acreditación de laboratorios de calibración y ensayo, en el 2015, se realizó un estudio con seis laboratorios químicos acreditados en la norma NTC-ISO/IEC 17025:2005 y certificados en la NTC-ISO 9001:2008 donde se determinó que el objetivo de obtener estos reconocimientos es demostrar la confiabilidad de los resultados de análisis y el mantenerse activo en un sector altamente especializado (Ortega, 2015).

Otro estudio es el relacionados con la certificación obtenida en el 2019 de la Escuela Hospital de Ribeirão Preto de Brasil. La certificación abarcó los procesos críticos en manejo de bancos de tejidos humanos y permitió mejorar la organización, teniendo especial atención a la calidad y la seguridad de los suministros y de los resultados (Curylofo et al., 2020). Una experiencia semejante fue realizada por el Centro Nacional de Enfermedades

Tumorales (NCT-del inglés National Center for Tumor Diseases) de Heidelberg (Alemania), para la obtención de la certificación DIN-ISO 17020:2004. En este último caso los autores Herpel, Esther et al. (2010) comentan que la certificación ha sido importante para la realización de proyectos de investigación que realizan en cooperación con la industria biomédica. Señalan que solamente las instituciones que provean los recursos humanos y financieros necesarios para el proceso de acreditación serán aquellas que puedan obtener este reconocimiento, condición indispensable para garantizar el éxito de los procesos de acreditación o certificación. El estudio realizado en el 2010 (Martín et al., 2010) indica que, en la Universidad Complutense de Madrid, específicamente en el Archivo General se llevó a cabo la implementación de la norma ISO 9001:2000 y señala que esta iniciativa trajo consigo mejoras significativas en la gestión de los procesos de trabajo y en aspectos del funcionamiento del archivo, promoviendo una mayor participación, comunicación y compromiso con los objetivos de calidad de servicio.

En Alemania se realizó un estudio en un grupo de treinta universidades privadas (Golowko et al., 2017) que permitió conocer que sólo una de ellas estaba certificada con el estándar DIN EN ISO 9001, otras seis universidades seguían ese estándar, pero no estaban certificadas, tres tenían sistemas acorde con el ciclo Deming y las veintidós restantes tenían algún tipo de acreditación de programa o sistema institucional. Nótese en este caso, que la mayoría de las

universidades hace esfuerzos de mejora continua pero que solo una de ellas concretó un reconocimiento formal.

El estudio de Golowko et al. (2017) muestra que las universidades estudiadas tienen sistemas de gestión propios con posibilidades de mejora en materia de transparencia en la comunicación de resultados y de realimentación de información por parte de usuarios y otros interesados. Se concluye que las universidades deben tener un sistema de calidad funcional.

Discusión

El comprender diversos modelos de gestión brinda una perspectiva de las características, similitudes y diferencias de cada uno, conocimiento que es necesario para conceptualizar la mejora de una organización.

Como se pudo determinar, los modelos internacionales tienen las bondades de ser sistémicos y de enfoque integral. La dificultad técnica y financiera en la implementación de estos modelos aunada a la complejidad propia de las funciones de una organización de educación superior hace difícil disponer de casos exitosos (certificados) que pudieran servir de ejemplos de sistemas o bien procesos certificados. En ese sentido, el contar con una guía de implementación del modelo de gestión facilitaría esta labor, que en primera instancia podría empezar a formularse de forma regional con apoyo técnico de órganos especializados.

Las buenas prácticas organizacionales (Cárdenas, 2019; Cruz, López y Ruiz, 2017) y la existencia de una cultura

organizacional de excelencia (ISO 21001:2018,) son un elemento por considerar en la implementación de un sistema de gestión (Barahona y Rodríguez, 2015) y abarcan acciones como son el ordenamiento y la simplificación de procesos (Guerrero, 2018; Albán, Vizcaino y Tinajero, 2014). La gestión proactiva directiva para alinear la cultura organizacional a los objetivos estratégicos es el punto de partida de un plan de trabajo, donde se transforme la cultura organizacional de un estado actual a un estado deseado.

Si se analiza el hecho de que una universidad tiene funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión, acción social y gestión estudiantil, se podrían usar componentes de diferentes modelos de gestión para construir un modelo propio, adaptado a las filosofías de mejora continua. En torno a esta idea, es viable formular algunos planteamientos alrededor de las funciones sustantivas universitarias:

- Para cursos de docencia y extensión: se podría utilizar el estándar ISO 21001:2018 especialmente en lo relacionado con el diseño y la prestación de la docencia (componente de Operación). Si la docencia se imparte en línea, se puede completar lo anterior con el uso del modelo evaluativo eMM de Stephen Marshall.
- Para investigación: los objetivos organizacionales requieren la definición de líneas estratégicas y acorde con estas, para la gestión de aquellos proyectos

considerados como estratégicos puede utilizarse el estándar ISO 21502:2022.

- Para extensión social y acción social: se recomienda el enfoque del modelo EFQM en lo relacionado con análisis del entorno y de la generación de valor sostenible (público en caso de universidades públicas) en un ecosistema social del que forman parte diversos actores y la sociedad misma.
- Para la atención estudiantil: se podría utilizar el estándar ISO 21001:2018 especialmente en lo relacionado con los apartados de comprensión de necesidades del estudiantado, enfoque a los estudiantes y la satisfacción del estudiantado.
- Por su carácter particular, las universidades tienen procesos creativos, reflexivos, poco repetitivos y de generación de nuevas ideas, por lo que en estos casos se tendría que valorar en detalle otros mecanismos adecuados de gestión y control.
- Incorporar la planeación académica prospectiva para brindar opciones educativas actualizadas y pertinentes, según las necesidades del mercado y de la

CONCLUSIONES

Los modelos de gestión son instrumentos de aplicación voluntaria diseñados para generar mejoras de la eficiencia y de la eficacia organizacional. Estos modelos se complementan con directrices país de acatamiento obligatorio en materia de control interno para organizaciones de carácter público.

sociedad. La idea es graduar profesionales que puedan insertarse al mercado laboral, por lo que el sistema de gestión institucional debe garantizar que se consideren estos elementos de contexto desde el diseño de la oferta, tal y como lo plantea la norma ISO 21001:2018.

- Para universidades con presencia en diferentes regiones, es valioso que se considere el concepto de territorialización, con el fin de realizar una adecuada definición de necesidades de formación específicas, que permitan a la universidad realizar contribuciones al desarrollo social en los territorios.

La idea de esta propuesta es novedosa y presenta ventajas, al considerar lo más destacado de cada modelo y tratar de aplicarlo a la realidad universitaria, que requiere de modelos flexibles e integrales, sin comprometer a la organización con un enfoque único, lo cual, ante la falta de experiencia en la implementación de este tipo de sistemas, la escasez de recursos económicos y la insuficiencia de una norma específica, puede llevar a procesos engorrosos, lentos y poco efectivos.

El alcance de las normativas estudiadas permite la aplicación simultánea de las mismas y, por tanto, la concepción de un sistema integrado de gestión para una organización que permita el cumplimiento de la misión por medio de sus procesos sustantivos.

En este documento se han estudiado los modelos de gestión internacionales EFQM y los ISO de gestión aplicables en el campo

de la educación; destaca de los mencionados, el modelo ISO 21001:2018 que es la primera versión para centros educativos, mayormente orientada a la función de docencia y que contempla de manera insuficiente otras funciones como la investigación.

La complejidad derivada de objetivos complejos que guían la acción de una institución de educación superior, requieren de sistemas de gestión integrales y ágiles que permitan la gobernanza e involucren todas las funciones sustantivas (como son: la docencia, la investigación, la acción social y la gestión estudiantil), incluyendo aquellas que están asociadas con la creatividad e innovación, que a su vez brindan servicios y productos de valor agregado a los usuarios y a la sociedad en general.

De este hallazgo y considerando las limitaciones presupuestarias propias de las IES, se procedió a realizar una propuesta general que enfocara los alcances de la aplicación de algunos elementos de sistemas gestión actualizados y reconocidos internacionalmente, en relación con las funciones sustantivas de

una universidad moderna y proponer así una implementación más acorde con las realidades existentes.

A partir del estudio de casos se puede concluir que la implementación de sistemas de gestión con normas internacionales es importante para las empresas y otras organizaciones, debido a los beneficios reportados en la mejora de los procesos y en la gestión institucional. Sin embargo, los casos estudiados muestran que existe poca frecuencia de ocurrencia en la obtención de certificaciones y acreditaciones, ya que la complejidad asociada a los procesos de implementación es alta, lo que, aunado a la necesidad de recurso humano calificado y a la disponibilidad de recursos financieros, hace que sean pocas las organizaciones diferenciadas con este tipo de reconocimiento formal internacional.

El trabajo en redes de cooperación debidamente financiadas y con organismos técnicos competentes podría derivar en futuras propuestas de estándares más aplicables a sectores especializados de la educación, como resulta ser el de la educación superior.

REFERENCIAS

Albán, M., Vizcaíno, G. y Tinajero, F. (2014). La gestión por procesos en las Instituciones de Educación Superior. *UTCiencia*, 1(3), 140-149. <http://investigacion.utc.edu.ec/revistasutc/index.php/utciencia/article/view/17>

Álvarez, I., Natera J. y Castillo, Y. (2019). *Generación y transferencia de ciencia, tecnología e innovación como claves de desarrollo sostenible y cooperación internacional en América Latina*.

Documentos de Trabajo, 19, 1-58. Fundación Carolina.

https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2019/10/DT_FC_19.pdf

Barahona, J. y Rodríguez, D. (2015). La cultura organizacional, un camino para humanizar la implementación del sistema de gestión de calidad – ISO 9001:2008. *Signos*, 7(2), 19-29. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2015.0002.01>

- Becerra, D. (2017). La eficiencia en la gestión de los recursos del sector público: una reflexión multidisciplinar. *Revista de Economía Crítica*, 23, 96-110. <https://revistaeconomicritica.org/index.php/rev/article/view/134>
- Campaña, M., Melendres, E., Flores, J. y Acosta, R. (2020). Modelo de gestión por procesos en la educación superior. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 6 (5), 24-42. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i5.1577>
- Cárdenas, L. A. (2019). Integración de la gestión de la calidad con las buenas prácticas de manufactura en tres empresas farmacéuticas de inyectables Bogotá, D. C. Signos. *Investigación en Sistemas de Gestión*, 11 (2), 131-153. <https://doi.org/10.15332/24631140.5086>
- Carta, G. y Pou, V. (2018). *Productividad y eficiencia del sector público español*. BBVA Research, Observatorio Económico. <https://www.bbva.com/publicaciones/productividad-y-eficiencia-del-sector-publico-espanol/>
- Club Excelencia en Gestión (2020). *Modelo EFQM*. [sitio web]. <https://www.clubexcelencia.org/conocimiento/modelo-efqm>
- Constitución Política de la República de Costa Rica* [Const]. Art. 191. 07 de noviembre de 1949 (Costa Rica)
- Contraloría General de la República. *Normas de control interno para el Sector Público (N-2-2009-CO-DFOE)*. Diario Oficial La Gaceta No. 26. <https://www.cgr.go.cr/03-documentos/normativa/control-interno.html>
- Cruz, F., López, A. y Ruiz, C. (2017). Sistema de Gestión ISO 9001-2015: Técnicas y Herramientas de Ingeniería de Calidad para su Implementación. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 17(1), 59-69. <https://doi.org/10.19053/1900771X.v17.n1.2017.5306>
- Cruzata, A. y Rodríguez, I. (2016). La Gestión en las Instituciones Educativas: enfoques, Modelos y Posiciones Teóricas y Prácticas. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, 3(1). <https://revistagobiernoygestionpublica.usmp.edu.pe/index.php/RGGP/article/view/31>
- Curylofo, C. A., Mitsuhsa, S., Gabriel, K.C., Leandro, R., Becari, C., Assunção-Luiz, A.V., Saloum, C. & Gazoni, L.G. (2020). Implementation and certification of ISO 9001:2015 seal in human tissue bank HCFMRP-USP. *Cell and Tissue Banking*, 21, 563-571. <https://doi.org/10.1007/s10561-020-09852-1>
- EFQM Foundation (2022). *Case Studies*. [sitio web]. <https://www.efqm.org/case-studies>
- Golowko, N., Kopia, J., Geldmacher, W. & Forster, U. (2017). Comparative Study on Quality Management at German Private Universities. *Quality-Access to Success*, 18 (157), 85-94.
- Guerrero, E. (2018). *El Kaizen como proceso de mejora continua, en el aseguramiento de la calidad de las instituciones educativas superiores del Ecuador, periodo 2015-2016*. [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de San Marcos. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7555>
- Gutiérrez, H. (2014). *Calidad total y productividad, 4ta edición*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, H., Barrios, I. y Martínez, D. (2018). Gestión de la calidad elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Criterio Libre*, 16 (28), 179-195. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2018v16n28.2130>
- Hernández, H., Martínez, D. y Cardona, D. (2016). Enfoque basado en procesos como estrategia de dirección para las empresas de transformación. *Saber, Ciencia y Libertad*, 11(1), 141-150. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2016v11n1.499>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación, 4ta edición*. México: Mc Graw Hill.
- Herpel, E., Röcken, C., Heike, M., Schirmacher, P. & Flechtenmacher, C. (2010). *Quality*

- management and accreditation of research tissue Banks: experience of the National Center for Tumor Diseases (NCT) Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/s00428-010-0998-1>
- INTECO-ISO (2015). Norma Internacional ISO 9001 (2015): Sistema de gestión de la calidad- Requisitos. Ginebra: ISO. <https://www.uned.ac.cr/academica/index.php/cidreb/recursos>
- INTECO-ISO (2018). Norma Internacional INTE/ISO 21001:2018. Organizaciones educativas- Sistemas de gestión para organizaciones educativas- Requisitos con orientación para su uso. Ginebra: ISO. <https://www.uned.ac.cr/academica/index.php/cidreb/recursos>
- ISO. Norma ISO 21502:2022. Dirección y gestión de proyectos, programas y cartera de proyectos. Directrices para la dirección y gestión de proyectos. <https://www.uned.ac.cr/academica/index.php/cidreb/recursos>
- Ley 8292 de 2002. Ley General de Control Interno. 18 de julio de 2002. https://ocu.ucr.ac.cr/images/ArchivosOCU/Normativa/NormativaExterna/Ley_8292_Control_Interno.pdf
- Marciniak, R. y Sallán, J. G. (2018). Dimensiones de evaluación de calidad de educación virtual: revisión de modelos referentes. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia (RIED)*, 12, 21(1), 217-238. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.16182>
- Marshall, S. (2013). Using the e-learning maturity model to identify good practice in e-learning. In ASCILITE-Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education Annual Conference (pp. 546-556). *Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education*. <https://www.learnlib.org/p/171178/paper/171178.pdf>
- Martín, J., Flores, C. y Arias, A. (2010). Impacto de la implantación de la norma ISO 9001:2000 en el Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid. *Revista Española de Documentación Científica*, 33 (1), 127-143. <https://doi.org/10.3989/redc.2010.1.723>
- Medina, E. (2020). [Universidad ISO]. *Modelo Europeo de Excelencia Empresarial EFQM* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XcvCK8e-WQ4>
- Mendoza, W., Delgado, M., García, T. y Barreiro, I. (2018). El control interno y su influencia en la gestión administrativa del sector público. *Dominio de las Ciencias*, 4 (4), 206-240. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/835>
- Nápoles, L., Moreno, M y Batista, R. (2020). Gestión de la calidad en los proyectos: una mirada desde el enfoque normalizado. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 4 (2), 253-268. <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/135>
- OECD (2016). *Supreme Audit Institutions and Good Governance: Oversight, Insight and Foresight, OECD Public Governance Reviews*. Paris: OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264263871-en>
- Ortega, N. (2015). Articulación de sistemas de gestión HSEQ e ISO/IEC 17025:2005 aplicables en los laboratorios de calibración acreditados en magnitudes químicas en Bogotá. *Signos*, 7 (2), 105-120. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2015.0002.07>
- Ortiz, A., Pérez, M. y Velázquez, R. (2019). Gestión universitaria con enfoque de procesos. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional RILCO*, 1 (3), 1-12. <http://hdl.handle.net/20.500.11763/rilco03gesti-on-universitaria>

- Osorio, J., Cruz, E. y Romero, M. (2016). Impacto de la certificación ISO 9001 en clínicas de Cali, Colombia. *Innovar*, 26(59), 35-46. <https://doi.org/10.15446/innovar.v26n59.54321>
- Portal, J. M. (2016). Control interno e integridad: elementos necesarios para la gobernanza. *El Cotidiano*, (198), 7-13. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32546809002>
- Ricardo, L., Velázquez, R. y Pérez, M. (2019). El enfoque de procesos en la gestión económica financiera de las universidades. Aplicación en la Universidad de Holguin. *Revista Estrategia y Gestión Universitaria*, 78(1), 18-41. <https://revistas.unica.cu/index.php/regu/artic/e/view/1263>
- Romero, G., Suárez, R. y Rodríguez, H. (2018). Modelo de capacidades de innovación para instituciones de educación superior. *INGE CUC*, 14(1), 87-100. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/2429>
- Rubio, I., Abreu, J. y Martínez, M. (2019). El enfoque de procesos, su concreción en un mal de gestión institucional. *Revista Boletín Redipe*, 8(3), 126-134. <https://doi.org/10.36260/rbr.v8i3.716>
- Sirvent, S., Gisbert, V. y Pérez, E. (2017). Los 7 principios de gestión de calidad en ISO 9001. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, Edición Especial, 10-18. <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2017.especial.10-18/>
- Torres, M. (2020). *Gestión de la diversidad empresarial con el nuevo Modelo EFQ 2020*. [Tesis de grado en Turismo, Universidad de Sevilla, España]. <https://idus.us.es/handle/11441/102799>
- UNED. *Centro de Información, Documentación y Recursos Bibliográficos (CIDREB)*. <https://www.uned.ac.cr/academica/index.php/cidreb/recursos>
- UNE-ISO. Norma ISO 21500:2022. *Gestión de proyectos, programas y carteras de proyectos. Conceptos y textos*. <https://www.uned.ac.cr/academica/index.php/cidreb/recursos>
- Veliz, V., Alonso, A., Fleitas, M. y Alfonso, D. (2016). Una gestión universitaria basada en los enfoques de gestión de proyecto y por proceso. *Revista Electrónica Educare*, 20 (3), 466-482. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.20-3.23>
- Yáñez, J. y Yáñez, R. (2012). Auditorías, mejora continua y normas ISO: factores clave para la evolución de las organizaciones. *Ingeniería Industrial Actualidad y Nuevas Tendencias*, 3 (9), 83-92. <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/volIII-n9/art7.pdf>
- Yousaf, M. y Ris, P. (2021). Effects of working capital management on firm performance: Evidence from the EFQM certified firms. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1958504. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1958504>
- Zaldumbide, O. (2019). Metodología para la gestión por procesos, un enfoque para la implementación. *Revista de Ciencias de Seguridad y Defensa*, 4(7), 31-43. <http://geo1.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2019/03/7art3.pdf>

Autores

María Stella Stradi Granados. Ingeniera Industrial, Universidad de Costa Rica; Máster en Administración de Negocios, UNED, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0212-0116>

Email: stella.stradi@gmail.com

Recibido: 08-04-2022

Aceptado: 20-05-2022

El núcleo duro del liderazgo en el contexto de las decisiones directivas. Los elementos generales que definen al líder.

The hard core of leadership in the context of managerial decisions. The general elements that define the leader.

Adolfo Acevedo Borrego, Martha Linares Barrantes, Orestes Cachay Boza

Palabras clave: líder, decisión directiva, núcleo de liderazgo, ingeniero industrial

Key words: leader, managerial decision, leadership core, industrial engineer

RESUMEN

En la formación del ingeniero industrial se considera el liderazgo en la profesión y en las tareas empresariales. El liderazgo visto inicialmente como un rasgo innato de la personalidad ha ido variando en su concepción y praxis, considerándolo un tema conductual, un asunto de procesos, influencia del contexto o contingencia. Los autores definen tantos estilos de liderazgo que podría considerarse una jungla caótica con conductas, decisiones, procesos, perfiles que son innatos, adquiridos, aprendidos o creados, conformando un puzzle complejo y de difícil integración. El objetivo del estudio es identificar los elementos relevantes que constituyen la clave del surgimiento del líder, independientemente de la profusión de teorías desarrolladas en diferentes ámbitos académicos. Entre los hallazgos se encuentra que el liderazgo surge en todo grupo humano, independientemente de su tamaño y propósito donde el grupo asume la decisión de otorgarle la facultad de liderar a una persona específica. Las discusiones se enfocan en determinar los elementos que determinan esta elección grupal, sean ambientales, de proceso, de crisis o de personas, y el grado de equilibrio en las decisiones entre el líder designado y los seguidores.

ABSTRACT

In the training of the industrial engineer, leadership in the profession and business tasks is considered. The leadership initially seen as an innate trait of personality has been changing in its conception and praxis, considering it a behavioral issue, a matter of processes, influence of context or contingency. The authors define so many styles of leadership that is a chaotic jungle, including behaviors, decisions, processes, profiles that are innate, acquired, learned or created, forming a complex and difficult to integrate puzzle. The objective of the study is to identify the relevant elements that constitute the key to the emergence of the leader, independently of the profusion of theories developed in different academic fields. Among the findings is that leadership arises in every human group, regardless of its size and purpose, where the group assumes the decision to grant the power to lead a specific person. The discussions are focused on determining the elements that determine this group choice, are environmental, process, crisis or people, and the degree of balance in the decisions between the designated leader and the followers.

INTRODUCCIÓN

En la formación del ingeniero industrial se considera el liderazgo en la profesión y en las tareas empresariales. El liderazgo visto inicialmente como un rasgo innato de la personalidad ha ido variando en su concepción y praxis, considerándose un tema conductual, un asunto de procesos, influencia del contexto o contingencia.

El planteamiento de este estudio es que el liderazgo, está sujeto al cambio que caracteriza a los modelos y teorías de gestión. Los nuevos enfoques plantean que existen tantos estilos como líderes (Goodwin, 2013); que el liderazgo es parte de las personas, es un don que reciben los elegidos por el grupo, es un proceso no un cargo y es un conjunto de habilidades y prácticas que toda persona puede aprender, desarrollar y aplicar, empleando herramientas transdisciplinarias para percibir y entender los problemas y para resolverlos. Se pretende identificar los elementos relevantes que constituyen la clave del surgimiento del líder, independientemente de la profusión de teorías desarrolladas en diferentes ámbitos académicos.

La pregunta de investigación del estudio es: *¿Cómo son los elementos clave del liderazgo considerando grupo, mando, proceso, contexto, a partir de los roles de líder y seguidor en los grupos humanos?*

O *¿Cómo son los elementos clave del liderazgo considerando los roles de líder y seguidor que se ejercen en los diferentes escenarios problemáticos?*

El presente estudio se orienta a definir y desarrollar los elementos generales que permiten elaborar los perfiles de los diversos roles de liderazgo, según el contexto de actuación y las dimensiones que delimitan el mundo empresarial. Se plantea que las personas asumen indistintamente roles de liderazgo o roles de seguidor, según el contexto y las características de la resolución del problema, de manera que el liderazgo se manifiesta como un rol temporal que asume y ejecuta una persona y no como una responsabilidad derivada de un cargo o un puesto.

En general, se pretende ampliar la perspectiva del ingeniero industrial, a partir de la concepción inicial de administración científica e ingeniería de procesos operativos, luego procesos conceptuales, procesos de decisión, desarrollando herramientas y técnicas transdisciplinarias.

El objetivo de la investigación es plantear los elementos generales del liderazgo que definen los roles de liderazgo y seguidor que se ejercen en los grupos para resolver situaciones problemáticas.

Hipótesis general: los elementos generales del liderazgo permiten delinear el rol de líder que una persona asume en determinadas circunstancias o escenarios problemáticos.

Hipótesis alternativa: los elementos generales del liderazgo no permiten delinear el rol de líder que una persona

asume en determinadas circunstancias o escenarios problemáticos.

Definición y enfoques tradicionales de liderazgo

Liderar es ejercer influencia, implica asumir el rol adecuado según el escenario, elegir la actuación pertinente según un paradigma (sobre percibir y entender la realidad externa) y un actuar teleológico o propósito a alcanzar (según objetivos individuales o de grupo).

Las diversas teorías de liderazgo son segmentadas y parciales ya que se enfocan en los contextos donde funcionan adecuadamente, eliminando las variables que no se entienden o no son controlables en el modelo teórico. Tradicionalmente se agrupan en cuatro grandes corrientes (Lussier y Achua, 2016) con diferente enfoque:

- *Enfoque de estructura y de los rasgos del líder.* Se relaciona a teorías estructuralistas de la administración, incluyendo el modelo ontológico de Erhard (Erhard, Jensen & Granger, 2013).
- *Enfoque de persona y conductista del líder.* Se refiere a la persona y su orientación al ambiente laboral.
- *Enfoque del proceso de liderazgo.* El liderazgo como proceso considera relaciones causales sistémicas que se complementan con el proceso decisional.
- *Enfoque de la contingencia y moderno de liderazgo.* El enfoque situacional señala que el comportamiento del líder cambia en función a las fuerzas y condiciones del contexto.

En la tabla 1 se muestran estos cuatro enfoques y la clave del líder, según cada una de las propuestas.

Nuevos modelos de liderazgo

A inicios del siglo xxi, caracterizado por la elevada tasa de cambio en diferentes ámbitos, y el creciente interés en la inteligencia emocional e inteligencia social, se considera que el desarrollo de competencias de liderazgo, determina liderazgos eficaces, necesarios para el funcionamiento de las organizaciones. Los nuevos modelos de liderazgo se orientan al desarrollo de habilidades blandas.

Liderazgo por valores – dioses griegos del management. La religión griega, vista no como creencia religiosa sino como una representación de la experiencia concreta y de las múltiples maneras para resolver los problemas. Con estas consideraciones, Charles Handy considera cuatro dioses principales y ha diseñado cuatro estilos puros de liderazgo cuya combinación delimita los contextos de aplicabilidad de cada estilo (Handy, 2006; Handy, 2011). Sus características son:

- *Estilo Zeus.* Se sustenta en la lealtad y delegación, más eficaz en organizaciones jerárquicas.
- *Estilo Apolo.* Es Director o gerente, se ubica en organizaciones jerárquicas divisionales.
- *Estilo Atenea.* Es Director de organizaciones de gobierno, se encuentra en organizaciones matriciales.
- *Estilo Dioniso.* Predomina la creatividad con productos innovadores, se encuentra en organizaciones planas.

Tabla 1. Teorías, Modelos y Enfoques de liderazgo

Corrientes de liderazgo	de Teorías (T), Modelos (M) y Enfoques (E) de liderazgo	Características del liderazgo Clave del líder
ENFOQUE DE RASGOS Y ESTRUCTURA DEL LÍDER	T. de la gran persona. M. de rasgos - personalidad. T. X-Y (Efecto Pigmalión). T. Liderazgo carismático de House. T. genética de liderazgo de U. Minnesota. T. Liderazgo auténtico de Luthans de U. Nebraska. T. Liderazgo implícito y seguidor implícito. M. Ontológico de Erhard de U. Harvard.	Líder es lo que es, y lo que hace. Reflejo de su naturaleza en función a su contexto social y paradigmas. Innato Rasgos de personalidad Carisma Naturaleza humana
ENFOQUE DEL PROCESO DE LIDERAZGO	T. trayectoria-meta del liderazgo. T. liderazgo normativo. M. prescriptivo y M. descriptivo. Liderazgo de equipo. M. Equipo autodirigido - Liderazgo distribuido. M. decisiones centrado en líder-centrado en equipo. M. Liderazgo de apoyo- Liderazgo de servicio. T de liderazgo servidor de Greenleaf. Liderazgo estratégico. T. Liderazgo transaccional de MacGregor. M. roles gerenciales de Mintzberg. Liderazgo del futuro de Schein.	Proceso de aprendizaje dentro de paradigmas académico, empírico, conductual, teórico. Aprendizaje por conducta operante. Objetivo-meta Método Intercambio Tareas, Roles Cualidades
ENFOQUE CONDUCTISTA Y CONDUCTISMO	E. autocrático-democrático de U. Iowa. E. centrado trabajo-centrado empleado. U. Michigan. E. estructura de inicio-consideración. U. Ohio. T. Grid de liderazgo. M. Estilo colaborativo (solución de conflictos). T. Vínculo diádico vertical (VDV). M. Intercambio líder-miembro (LMX) M. seguidor efectivo. M. alternativo sustitutos de liderazgo. T. Liderazgo basado en valores, Liderazgo ético. Mentor espiritual y liderazgo espiritual. M. Antropológico de Pérez López de U. Harvard. T. Liderazgo transformacional de MacGregor.	Para que exista líder deben existir seguidores. Relación diádica e intercambio líder/seguidor. Pragmático. Conducta Relaciones Contrato social Estilos
ENFOQUE CONTINGENCIA Y CAMBIO	T. continuo de liderazgo (autocrático-participativo). T. de contingencia de eficacia de liderazgo de Fiedler. M. situacional de Hersey y Blanchard-Zeitgeist. T de liderazgo servidor de Greenleaf. M de participación del líder de Vroom – orientado al tiempo-orientado al desarrollo. Liderazgo del proceso de cambio M. Campo de fuerzas. Liderazgo de crisis. Modelo del cambio de Senge.	Liderazgo no es permanente, es temporal y cambiante Asume formas diferentes según escenario y momento. Contexto Escenarios Fuerzas Crisis

Liderazgo espiritual. En el caso de las “religiones verdaderas” se considera que el liderazgo es una elección de dios, donde dios llama y levanta al que ha elegido como líder. Dice “Cada vez que Dios desea hacer algo grande, Él llama a un líder para dar un paso al frente en cada obra” (Maxwell, 2016).

Dentro de diferentes modelos y teorías, elaboradas a partir de la biblia, Maxwell plantea las cuatro decisiones del buen líder:

- Amar a la gente.
- Asumir riesgos.
- Obrero incansable.
- Siervo y líder.

Los jesuitas definen que el líder determina adonde ir, llamada tierra prometida, (Lowney, 2015), indica el camino acertado, convence para ir, conduce a través de los obstáculos, para lo cual se sustenta en los cuatro pilares o valores sustanciales del liderazgo: conocimiento de sí mismo, ingenio, amor, heroísmo.

El Liderazgo es desarrollo de habilidades directivas. A partir del modelo del trabajo directivo de Mintzberg (Mintzberg, 1983).

La naturaleza del trabajo directivo. La teoría de la política de gestión, Editorial Ariel S.A. Barcelona, España., se plantea que el liderazgo se sustenta en el desarrollo de habilidades de liderazgo o habilidades directivas, que son competencias que se pueden desarrollar y mejorar. A partir del modelo de valores en competencia, con las dimensiones estabilidad-control, flexibilidad-cambio, posicionamiento externo y mantenimiento interno, se definen cuatro grupos de habilidades que son conductuales, son controlables, son

desarrollables, son complementarias y traslapadas, son contradictorias y paradójicas (Whetten y Cameron, 2016).

Modelo general de liderazgo por roles.

Liderazgo es un proceso de influencia de una persona sobre otra u otras. Liderar es percibir el contexto y el escenario de actuación, asumir la posición adecuada y ejecutar el rol correspondiente.

Los estilos de líder (Acevedo y Linares 2015) son:

- *Estilo de Señor o Líder Directivo.* Rol del mando y gobierno.
- *Estilo de Profeta o Líder Integrador.* Rol de organizador, gestión de recursos y equipos.
- *Estilo de Mercader o Líder Emprendedor.* Rol de oportunidad, aventura y riesgo
- *Estilo de Maestro o Líder Creador.* Es el rol del conocimiento, invención y creación intelectual.

De la jungla administrativa a la jungla de liderazgo

El liderazgo es un rompecabezas donde cada líder tiene su propio estilo, único e irrepetible, aunque semejante a los estilos de otros líderes. Los estudiosos del liderazgo definen infinidad de corrientes, con teorías y modelos que muestran validez en ciertas circunstancias pero que resultan inaplicables en otros contextos, o variaciones en el momento determinan la ineficacia en un mismo contexto (Nohria y Khurana, 2010). Existen propuestas novedosas en liderazgo

El estilo es la persona. Goodwin (2013) dice que “Hay tantos estilos de liderazgo como líderes”, por lo que estudia la actuación de presidentes USA como líderes. Identifica

que éstos líderes reúnen un círculo íntimo consistente, donde eligen a los miembros por sus habilidades (no sus debilidades), conociendo sus talentos, destrezas y debilidades, y adaptándolas a las exigencias de las tareas a enfrentar. Su mayor talento es definir y compartir una visión, movilizar a la gente hacia ese futuro, impulsar la acción a partir de una crisis motivadora, o por otra oportunidad; además sabe cuándo emplear la palabra para estimular e impulsar a la gente hacia logros positivos.

Las habilidades del liderazgo de cada presidente son:

- *Lyndon B. Johnson* posee la percepción clave de su proceso histórico y el sentido instintivo de la oportunidad, el timing del momento oportuno para impulsar algún objetivo propio. Aunque presenta errores ya que un líder no puede traicionar la confianza de los demás, ni dejar de cumplir con lo prometido.

- *John F. Kennedy* posee habilidad para que la gente conozca y se preocupe por los desafíos futuros, se sientan incluida y participe en la acción. Como comunicador, JFK sabe transmitir que los problemas de la sociedad, sin importar su gravedad, pueden ser solucionados por el conjunto social. Se considera que, entre sus cualidades, son gravitantes su capacidad de aprender de los errores y aceptar su responsabilidad, cuestionar las prioridades establecidas y los prejuicios de su entorno, y saber examinar la información disponible.

- *Franklin D. Roosevelt* se caracteriza por su seguridad, la transmite a entorno

cercano, su confianza contagiosa y flexibilidad que le permite intentar y enfrentar el fracaso, considerando que la próxima vez lo hará mejor. Sus cualidades esenciales del líder comprenden discutir, evaluar, entender. Sabe cuándo presentarse en público, cómo evitar la sobreexposición y cómo aprovechar momentos difíciles para desembarazarse de asuntos complicados.

El liderazgo es lecciones de vida. Se define al liderazgo como la capacidad adquirida por una persona para influir sobre un grupo de personas (Drucker, 2013); generalmente subalternos, seguidores, trabajadores, donde el elemento clave para que exista el liderazgo es el trato personalizado a cada trabajador. De los jefes se aprenden lecciones de validez perdurable.

Estas lecciones de liderazgo son cinco:

1. Tratar a las personas de manera distinta, según sus capacidades.
2. Poner vallas altas, pero dar libertad y responsabilidad para cumplir las tareas.
3. La revisión de desempeño debe ser honesta, exigente y parte integral del trabajo.
4. La gente aprende más mientras enseña a otros, el intentar explicar un problema permite entenderlo y solucionarlo.
5. Los líderes eficientes se hacen respetar, no necesariamente querer, buscando potenciar las capacidades y superar las debilidades.

El liderazgo es la organización. La esencia del liderazgo es la asociación, porque esto implica poder trabajar con el grupo organizacional bajo un mismo nivel, sin

jerarquías piramidales, facilitando así el flujo y flexibilidad de trabajo (Hesselbein, 2013). Los líderes trabajan en una estructura gerencial plana, circular y fluida, donde no se manejan jerarquías sino en tres círculos concéntricos, el líder se encuentra al centro del primer círculo que comprende el entorno íntimo, el segundo círculo es comprende el entorno de confianza, el tercer círculo es el más grande y corresponde al grueso de los seguidores, los que otorgan el don del liderazgo.

Esta estructura es flexible, considerando:

- Enfoque misionero, valorativo.
- Liderar personas sin coartarlas
- El management es herramienta no meta
- La devoción deriva de la confianza

El liderazgo es el poder. Se define el poder como la posesión de recursos en los que puede influir en sus resultados (Nye, 2004; Nye, 2010). A nivel general, el poder es la capacidad de influir en el comportamiento de recursos físicos y personas para obtener los resultados planeados. El poder puede ser poder hard y poder soft, el primero deriva de cargo directivo y se ejerce mediante coacción o amenaza, por pago para ejecutar acciones, o por designación para cargos de mando, el segundo es el poder basado en la capacidad para identificarse con las expectativas de las personas, a nivel personal es el poder de la tracción y la seducción.

En la tabla 2 se muestran ambos tipos de liderazgo.

Tabla 2. Poder hard y soft

Tipo de poder	Comportamiento	Fuente	Ejemplo
Soft	Atracción y elección	Cualidades personales Comunicación	Carisma Persuasión Retórica Ejemplo de conducta
Hard	Riesgo y presión	Amenaza e intimidación Recompensas y castigos	Contratación, despido y Promoción y compensación

El liderazgo empresarial es el empresario.

Los líderes empresariales presentan características y cualidades diferentes y hasta disímiles, donde no es posible definir un perfil de líder empresarial. Como ejemplo, dos casos diferentes:

- *Richard Branson* del Grupo Virgin. Maneja un conglomerado de servicios y productos, que comprende desde internet hasta bebidas. Era un muchacho disléxico

que a los 16 años lanza una revista que llegó a los cien mil ejemplares. Sus estrategias son uso profuso de su imagen relacionado con marcas globales, acceso a mercado internacional, orientado al negocio de viajes, entretenimiento y estilo de vida (Robbins y Judge, 2017). Se describe su personalidad como vigoroso, carismático, decidido, ambicioso adaptable, valiente y productivo, su perfil de liderazgo se

caracteriza por su egocentrismo, pasión por la publicidad personal, omnipresente en sus negocios, obsesivo por los récords.

- *Howard Schultz* de Starbucks. Schultz es el líder emprendedor que ofrece la experiencia de una taza de café, a partir de una visión y una misión novedosas en los años noventa.

- Sus estrategias son la conexión emocional con sus clientes, productos personalizados, inversión en el personal, compromiso social. Complementariamente las claves del liderazgo empresarial son: confianza en sí mismo, visión de futuro, innovador, capacidad de crear sinergias y comprometer a colaboradores, técnicas novedosas de marketing, sobre todo, humilde y humano.

Hacia la concepción del núcleo duro del liderazgo

Núcleo duro es el conjunto de principios que, aunque no estén escritos, se sobreentiende que así debe ser. El núcleo duro comprende hipótesis aceptadas por convenio, y que se mantienen estables y solo se revisarán cuando pierdan su capacidad predictiva de nuevos fenómenos en el tema de liderazgo.

El núcleo duro del liderazgo es la esencia del surgimiento y eficacia del líder. Se consideran cuatro posibles fuentes o génesis del núcleo del liderazgo:

- *El núcleo duro del liderazgo es la personalidad del líder.*
- *El núcleo duro del liderazgo es el proceso que sustenta el éxito.*
- *El núcleo duro del liderazgo depende del contexto que crea las condiciones para el líder.*

- *El núcleo duro del liderazgo es el seguidor que establece la relación líder-seguidor.*

El núcleo duro es la personalidad del líder. El concepto primigenio de núcleo duro del liderazgo se sustenta en los rasgos de la personalidad, la que se define como “la suma de las formas en como el individuo reacciona ante otros e interactúa con ellos” (Robbins y Judge, 2017). Las teorías de personalidad más conocidas son la prueba Myers Briggs (MBTI) y el Modelo Big Five o de los 5 grandes rasgos de la personalidad (Ackerman, 2017).

El modelo big five comprende cinco factores derivados de estudios experimentales de Goldberg, se muestran en la tabla 3. Se considera que la integración de los factores C+E corresponde al núcleo duro del liderazgo y si añade C+E+N corresponde a un liderazgo por objetivos (Ortega y Maeso, 2010). La tabla 1 muestra este esquema de liderazgo.

El núcleo duro es el proceso que sustenta el éxito. En Alemania se considera que este núcleo duro del liderazgo empresarial que comprende empresas familiares y medianas, constituye el verdadero actor del éxito industrial, exportador e innovador (González, 2015). En la economía europea se considera que las empresas exitosas que sobrevivieron a dos guerras mundiales, a numerosas oleadas de nacionalizaciones, a crisis económicas y financieras, poseen un legado fuerte e inamovible que permanece por sobre las coyunturas. Así, a la empresa familiar se le considera el núcleo duro de los “campeones ocultos” ya que la propiedad familiar empresas ha permitido soportar y superar épocas de crisis.

Tabla 3. Elementos del núcleo duro de liderazgo

Factor OCEAN	Definición	Variables	Núcleo duro
Factor O Openness	Apertura a nuevas experiencias, o Intelecto	Imaginativo, perspicaz, amplia variedad de intereses, original, atrevido, preferencia por variedad, inteligente, creativo, curioso, perceptivo, intelectual, complejo, profundo	
Factor C Conscientiousness	Responsabilidad o meticulosidadd	Persistente, ambicioso, completo, auto disciplinado, consistente, previsible, revisado, de confianza, ingenioso, trabajo duro, energético, perseverante, planificador	Núcleo duro
Factor E Extroversion	Extroversión	Sociable, positivo, alegre, saliente, energético, hablador, articular, amante de la diversión, cariñoso, amistoso, socialmente seguro	Núcleo duro
Factor A Agreeableness	Amabilidad o afabilidad	Altruista, confiando, modesto, humilde, paciente, moderar, diplomático, cortés, tipo, leal, no egoísta, servicial, sensible, amable, alegre, considerado	
Factor N Neuroticism	Inestabilidad emocional	Torpe, pesimista, temperamental, celoso, irascible, temeroso, nervioso, ansioso, tímido, cauteloso, autocrítica, inseguro, inseguro, inestable, muy sensible	

Los campeones ocultos se estructuran en círculos concéntricos y se clasifican en tres grupos:

- Primer círculo, o central, donde se sitúa el liderazgo y la formulación de misiones, objetivos y metas de largo alcance.
- Segundo círculo, o interno, donde se desarrollan las capacidades distintivas, basadas en las fortalezas: innovación, mejora continua, empleados comprometidos y motivados, y estructuras organizativas simples y planas.
- Tercer círculo, o externo, donde se integra el mercado con las fortalezas,

comprende el enfoque estratégico, orientación global orientación al cliente, ventajas competitivas.

El núcleo duro es el contexto. El núcleo duro del liderazgo depende del contexto que crea las condiciones para que surja el líder. Las teorías de contingencia reflejan esta propuesta de núcleo duro.

El núcleo duro del liderazgo es el seguidor. Nuevos estudios consideran la importancia del seguidor (Epotropaki et al., 2013). En el modelo de intercambio líder-miembro, el liderazgo es el proceso de relación entre el líder y los miembros del grupo, ambos representan roles de líder o

seguidor (Volmer, Spurk & Niessen, 2012). Si las relaciones son uno a uno, es individualizada y diádica, se maneja en círculos de inclusión y confianza basado en relaciones sociales, y círculos de exclusión y lejanos basados en la tarea. Si las relaciones del grupo, son en conjunto, se trata de una relación de intercambio líder-miembro (ILM) o líder-seguidor. Al igual que en la relación diádica las relaciones de inclusión y exclusión se denominan a alta calidad basado en relaciones sociales o de baja calidad basado en términos económicos. El líder concentra sus energías, tiempo y prioridades en el grupo de alta calidad, en una relación recíproca

donde cada parte valora la contribución de la otra parte.

Cada parte representa un rol. El rol del líder es esencial en la relación ILM, es su capacidad para desarrollar una relación de trabajo con el seguidor, más allá de la mera relación económica, hacia una relación social positiva, creando un ambiente de trabajo de confianza y respeto en todo el grupo. El rol del seguidor influye en su relación con el líder, se conceptúa como subordinado y dependiente, así, puede ser seguidor proactivo (competente y confiable) a través de tres tácticas: manejo de imagen favorable, congraciamiento, agradecido y respetuoso, autopromoción para mostrarse competente y confiable..

Metodología

La investigación es exploratoria y descriptiva, con una parte cualitativa y otra cuantitativa. La investigación cualitativa se inicia con investigación documental sobre los modelos y estilos de liderazgo vigentes. Luego, a partir de entrevistas abiertas a académicos se elaboran los criterios que definen los elementos generales del liderazgo, comunes a todo estilo, los que se discuten, se redefinen en un modelo conceptual. En la parte cuantitativa se corrobora la hipótesis referida a los elementos, en una muestra de directivos, aplicando criterio de estadística inferencial para pequeñas muestras. Los resultados se discuten en taller que incluye a académicos y parte de los directivos de la muestra.

El método de investigación es de tipo exploratorio y descriptivo con diseño cualitativo y cuantitativo. La parte cualitativa se refiere a desarrollar un constructo de los elementos clave del liderazgo o núcleo duro del liderazgo, aplicable a cualquier estilo o perfil de líder o a cualquier contexto o escenario, la parte cuantitativa se refiere la corroboración de la hipótesis empleando SPSS con estadística inferencial. La investigación exploratoria comprende el estudio documental de fuentes escritas acerca de las diferentes teorías de liderazgo. La investigación cualitativa enlaza el modelo de liderazgo por roles con los elementos generales clave del líder, para diseñar un modelo conceptual y contenido teórico sobre liderazgo.

Resultados

Hipótesis nula H_0 :

“Los elementos generales del liderazgo o núcleo duro del liderazgo permiten delinear el rol de líder que una persona asume en determinadas circunstancias o escenarios problemáticos”.

Hipótesis alterna H_1 es:

“Los elementos generales del liderazgo no permiten delinear el rol de líder que una persona asume en determinadas circunstancias o escenarios problemáticos”.

Prueba de hipótesis

1º) $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu$
*Todas las μ_i son iguales; donde $i = 1, 2, \dots, k, k=5$
 ó: todas las medias de las k preferencias son iguales*

H_1 : *No todas las μ_i son iguales*

ó: $\exists i / \mu_i \neq \mu$

donde: μ_i : *Media de los elementos que representan el núcleo duro del liderazgo.*

2º) Nivel de significancia

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

3º) Cálculo de F:

Los descriptivos y cálculos para corroborar hipótesis, se presentan en las tablas 4 y 5.

Análisis de resultados

Se aplica la prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor para encontrar diferencia de medias y la influencia de la variable elemento general de liderazgo, a fin identificar el núcleo duro del liderazgo. Empleando software SPSS, se realiza la prueba F de Fisher, el F calculado se ubica dentro del rango de rechazo, muy superior al F teórico ($2.70 < 84.679$), con nivel de significación cero, de manera que es posible afirmar que existen diferencias de medias en la variable dependiente.

No es posible aceptar la hipótesis nula que afirma que los elementos generales de decisión en el liderazgo no ejercen influencia en la manera de identificar al líder. Se corrobora la hipótesis alterna que afirma que los elementos generales de decisión en el liderazgo ejercen influencia relevante en la manera de identificar al líder.

Tabla 4. Descriptivos de núcleo duro de liderazgo

DECISION. ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN NUCLEO DURO DE LIDERAZGO

	N	Media	Desv. estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre-componente
					Lím.inferior	Lím.superior			
1 LIDER	25	22,32	2,765	,553	21,18	23,46	17	27	
2 PROCESO	25	19,68	3,275	,655	18,33	21,03	12	26	
3 AMBIENTE	25	16,72	3,635	,727	15,22	18,22	11	26	
4 MIEMBRO	25	30,24	2,862	,572	29,06	31,42	23	34	
Total	100	22,24	5,929	,593	21,06	23,42	11	34	
Modelo	Efectos fijos		3,153	,315	21,61	22,87			
	Efectos aleatorios			2,902	13,01	31,47			33,279

Tabla 5. Corroboración de hipótesis

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	(Combinado)	2525,760	3	841,920	84,679	,000
	Término lineal	540,800	1	540,800	54,393	,000
	Contraste	1984,960	2	992,480	99,822	,000
Dentro de grupos		954,480	96	9,943		
Total		3480,240	99			

En La figura 1 se muestra gráficamente la corroboración de hipótesis, donde se observa que la hipótesis alterna presente las diferencias de medias, se señala que la media 4 miembro tiene valor más alto que

las demás medias, lo que indica que los seguidores o miembros del grupo, con su decisión de otorgar influencia a una persona, representan el núcleo duro del liderazgo.

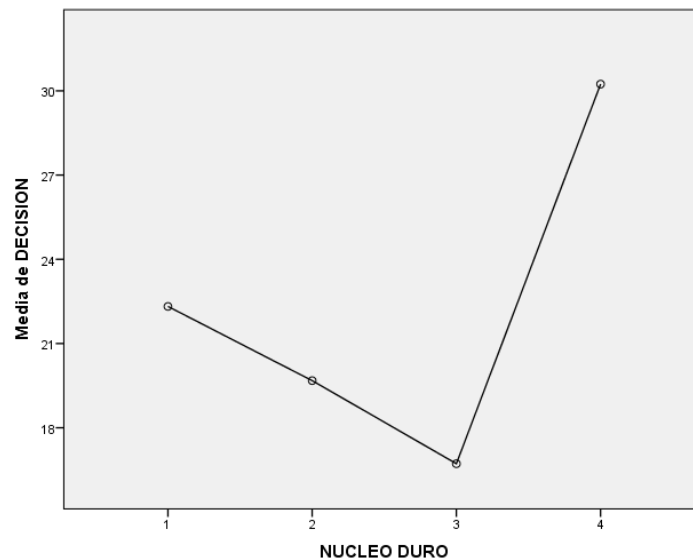


Figura 1. Prueba de hipótesis de la investigación – núcleo duro de liderazgo

Discusión de resultados

Entre los hallazgos se encuentra que el liderazgo surge en todo grupo humano, independientemente de su tamaño y propósito donde el grupo asume la decisión de otorgarle la facultad de liderar a una persona específica. Las discusiones se

enfocan en determinar los elementos que determinan esta elección grupal, sean ambientales, de proceso, de crisis o de personas, y el grado de equilibrio en las decisiones entre el líder designado y los seguidores.

Se discute, también, el nivel de poder que poseen los miembros del grupo, ya que la decisión de ejercer el rol de seguidor se da al mismo tiempo en que se decide otorgar influencia y representatividad a una persona a la que denomina y se elige como líder. El liderazgo se sustenta en la influencia que el seguidor desplaza de sí hacia aquel que considera que puede asumir el liderazgo.

Una vez que el grupo desplaza su capacidad de influencia hacia una cabeza visible, surge el liderazgo aceptado, desarrollando la característica clave donde la influencia entre líder y seguidores es mutua.

El seguidor otorga capacidad e influencia al líder, sin lo cual no existiría el líder. Sin los seguidores, el liderazgo no tiene sentido y el líder no existe.

Aporte empírico del estudio

En la figura 2 se muestra las coordenadas del núcleo de liderazgo, en el eje x se encuentra la decisión del seguidor, a través de su identificación con la persona representativa o a través de la presión de grupo ante las tareas y resultados que se deben alcanzar, en el eje y se ubica el líder con mando y la contingencia que deriva de las presiones del ambiente, en esta eje se considera que el liderazgo surge por encima de los miembros donde la incertidumbre y las contingencias determinan que una persona asuma la representatividad y se encargue de aglutinar a un grupo y lo convierta en un equipo y una organización, mediante su visión y sus estrategias. En la figura se

observa que los seguidores definen el liderazgo y mantienen una estrecha relación con la representatividad del líder designado, de la muestra, casi ninguno considera que el liderazgo derive de las tareas a realizar o de las presiones del contexto de la organización.

La figura 3 y la figura 4, enfatizan que la fuente del liderazgo o núcleo duro del liderazgo se ubica en el seguidor o miembro del grupo y que la clave es que considera que el líder lo representa.



Figura 2. Coordenadas del núcleo duro de liderazgo

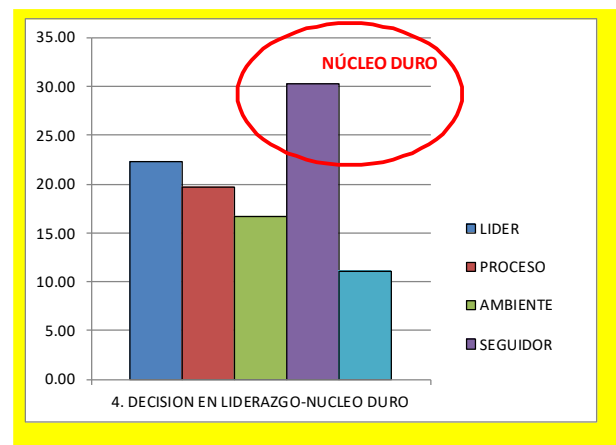


Figura 3. Razones de liderazgo

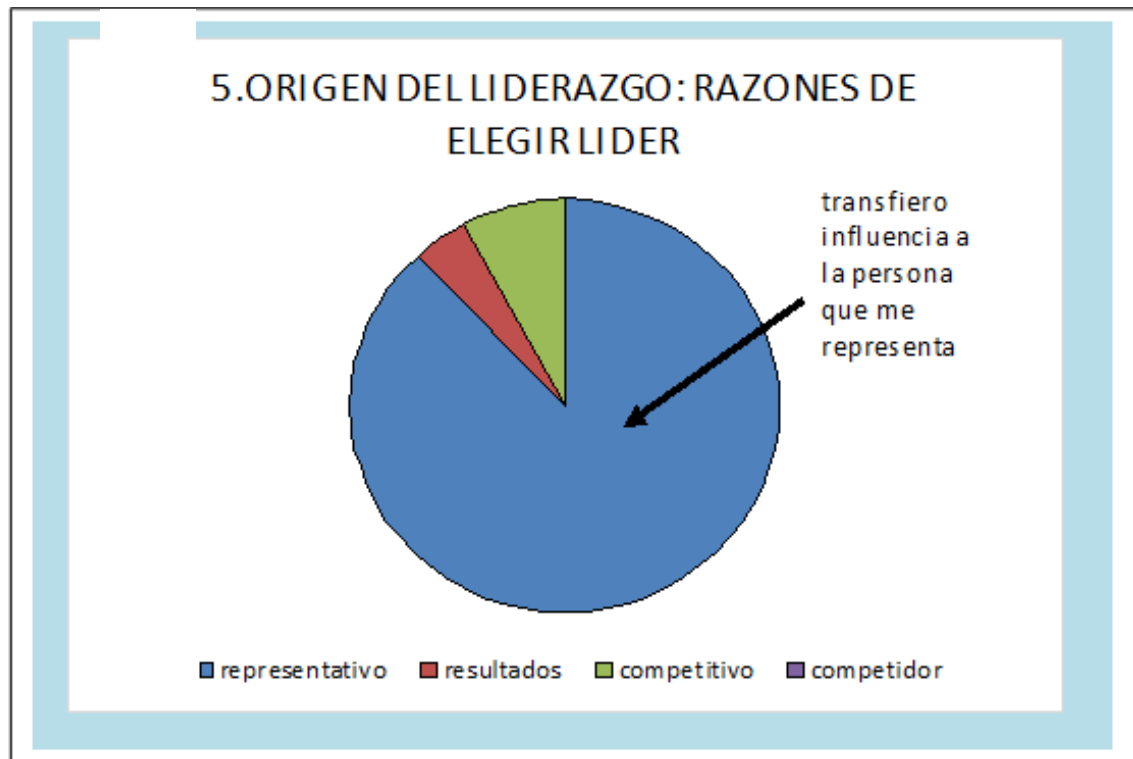


Figura 4. Origen del liderazgo

Aporte teórico del estudio

El aporte teórico del estudio se resume en los aspectos siguientes:

- Perspectiva nueva para incluir que el miembro de grupo, con su decisión inicial de transferir su capacidad de influir y considerar que una persona específica lo representa adecuadamente, se constituye en el elemento clave del liderazgo, de manera que sería el núcleo duro del liderazgo.
- Perspectiva transdisciplinaria para ampliar las técnicas para abordar y resolver los problemas de proceso

dentro de los sistemas sociotécnicos de las organizaciones. Manejando un enfoque circular, plano y biológico de los grupos humanos antes que jerárquicos, estructurados y mecanicistas que simplifican la manera de asumir y resolver los problemas pero que generan nuevas situaciones problemáticas, a veces inmanejables.

- Enfoque conceptual y empírico del liderazgo orientado a entender las relaciones entre las personas, dentro del marco del modelo de la naturaleza humana.

CONCLUSIONES

El estudio enfatiza la perspectiva holística en la problemática de la dirección de personas, con la finalidad de aportar nuevos enfoques y herramientas para la resolución de problemas. El objetivo del estudio es identificar los elementos relevantes que definen el liderazgo, considerando las propuestas desarrolladas en diferentes ámbitos académicos, el liderazgo como rol ejercido según el ambiente y la posición, las anomalías del liderazgo peruano, el papel de líder o seguidor que se asume en una organización, las decisiones individuales o en equipo, en función al propósito del grupo que se dirige.

En los estudios clásicos, el liderazgo ha sido estudiado a partir de la figura del líder visible, desarrollándose infinidad de propuestas donde cada una resalta la característica (rasgo, personalidad, cualidad, habilidad, conducta, decisiones, sentido de la oportunidad, condiciones del entorno, etc.) que determina el éxito del líder, configurando un puzzle complejo, traslapado y con piezas (o teorías) que van reemplazando a las piezas consideradas obsoletas. Desde la perspectiva sistémica y dialéctica, las teorías son relativas y en corto tiempo han de surgir otros constructos teóricos que las superen.

Es determinante el poder del seguidor. El liderazgo se sustenta en la influencia que el seguidor desplaza de sí hacia aquel que considera que puede asumir el liderazgo. Una vez que el grupo desplaza su

capacidad de influencia hacia una cabeza visible, surge el líder. Y la influencia entre líder y seguidores es mutua. El seguidor otorga capacidad e influencia al líder, sin lo cual no existiría el líder. Sin los seguidores, el liderazgo no tiene sentido y el líder no existe.

Dentro de la visión y misión del ingeniero industrial se considera la formación para el liderazgo en la profesión y en las tareas empresariales. La preparación en liderazgo requiere una definición de los elementos que comprenden el perfil de liderazgo, y de la manera que se enfocan las decisiones, integrando los sistemas técnicos de la tarea y los sistemas sociales del trabajo, con miras a mejorar resultados y elevar los niveles de productividad, eficiencia y eficacia de las organizaciones.

Así, el liderazgo no debe estudiarse a partir de teorías y problemas individuales, sino como un conjunto de teorías relacionadas dentro de un sistema problemático o escenario, constituyendo una cadena donde cada teoría es un eslabón necesario, y cada nuevo aporte permite explicar y ampliar la teoría y predecir nuevos hechos en la práctica del liderazgo, de manera que se expliquen las anomalías de los diversos constructos de liderazgo.

Bajo el concepto de Lakatos, para otorgarle categoría científica al estudio del liderazgo, se requiere que los estudios se planteen dentro de un programa de investigación, empírico y teóricamente progresivo. El programa ha de comprender un núcleo duro conformado por hipótesis irrefutables

del liderazgo alrededor del cual se plantea el cinturón protector que puede cambiar, ser refutado y superado (Lakatos, 1989).

El núcleo duro comprende hipótesis aceptadas por convenio, que derivan de las conclusiones que las diversas teorías han ido desarrollando históricamente y se mantiene estable y como principio, será superado y reemplazado cuando su pérdida su capacidad predictiva de nuevos fenómenos del liderazgo. El círculo protector está referido a enfoques uni, multi y transdisciplinarios para el desarrollo de nuevos métodos y herramientas para las decisiones directivas y la resolución de problemas específicos.

La propuesta para un núcleo duro de liderazgo, ha de contener las hipótesis siguientes:

- El liderazgo solo existe en un grupo, si no hay grupo no hay líder.
- No cabe el uso de palabras como seguidores, subalternos, sino el empleo de los términos grupo, participante, miembro, u otros semejantes.
- Ejercer de cabeza visible del Liderazgo o líder es un don otorgado por el grupo.
- El poder hard o duro en el proceso de liderazgo lo tiene el grupo, el cual es delegado a una persona que luego se denomina líder.
- El poder soft o suave lo tiene el líder, el poder observable es delegado al líder.
- El grupo decide sobre el ámbito de confort del líder (espacio en que el líder toma decisiones).
- El liderazgo es un proceso..

REFERENCIAS

Acevedo, A. (2010). El modelo conceptual de las 4 dimensiones para la resolución de problemas. *Industrial Data*, 13 (2), 15-24. <https://doi.org/10.15381/idata.v13i2.6179>

Acevedo, A. y Linares, C. (2015). Los roles de liderazgo en los escenarios de actuación empresarial. Una introducción a la ingeniería de los sistemas directivos. *VIII Simposio Internacional de Ingeniería Industrial*. Universidad BioBio. Concepción, Chile.

Acevedo, A. y Linares, C. (2016). Tipos de liderazgo emprendedor en el contexto peruano. Investigación exploratoria sobre fuentes y usos de la riqueza. *IX Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*.

Ackerman, C. (2017). Big Five Personality Traits & The 5-Factor Model Explained. E. <https://positivepsychologyprogram.com/big-five-personality-theory/#ocean-big-five>

Basadre, J. (1958). *La promesa de la vida peruana*. Lima: Editorial Juan Mejía Baca.

Drucker, P. (2013). "Lecciones gerenciales de mis mentores" en *De Líder a Líder*. Barcelona, España: Ediciones Granica.

Epotropaki, O.; Sy, T.; Martin, R.; Tra-Quon, S. & Topakas, A. (2013). Implicit Leadership and Followership Theories "in the wild": Taking stock of information-processing approaches to leadership and followership in organizational settings. *The Leadership Quarterly*, 24 (6), 858-881. <https://doi.org/10.1016/j.leafqua.2013.10.005>

- Erhard, W.; Jensen, M. & Granger, K. (2013). *Creating Leaders: An Ontological/Phenomenological Model*. THE HANDBOOK FOR TEACHING LEADERSHIP, Chapter 16, Scott Snook, Nitin Nohria, Rakesh Khurana, Dean of Harvard College, eds., Sage Publications, 2011, Harvard Business School NOM Unit Working Paper 11-037, Barbados Group Working Paper No. 10-10, Simon School Working Paper Series No. FR 10-30. <https://ssrn.com/abstract=1681682>
- González, E. (2015). La empresa familiar, núcleo duro de los campeones ocultos" en Economía de la vida. <https://www.periodistadigital.com/economia-de-la-vida/emprendimiento/2015/02/03/-empresa-familiar-nucleo-duro-campeones-ocultos-mittelstand.shtml>
- Goodwin, D. (2013). *Diez lecciones presidenciales" en De Líder a Líder*. Barcelona, España: Ediciones Granica.
- Handy, C. (2006). *La organización por dentro. Ideas para directivos*. 1ra. reimpresión. Bogotá: Ediciones Deusto.
- Handy, C. (2011). *Gods of Management: The Changing Work of Organisations*. Great Britain: Souvenir Press.
- Hesselbein, F. (2013). *"Dirigir en un mundo esférico" en De Líder a Líder*. Barcelona, España: Ediciones Granica.
- Lakatos, I. (1989). *La metodología de los programas de investigación científica*. España: Alianza Editorial. <https://epistemologiaufro.files.wordpress.com/2010/10/lakatos.pdf>
- Lowney, C. (2015). *El liderazgo al estilo de los Jesuitas*. Colombia: Carvajal Educación.
- Lussier, R. y Achua, C. (2016). *Liderazgo. Teoría, aplicación y desarrollo de habilidades, 6ta edición*. México: Cengage Learning.
- Macera, P. (1978). *Visión histórica del Perú*. Perú: Editorial Milla Batres.
- Maxwell, J. (2016). *La Biblia de Liderazgo de Maxwell. Actualizada y ampliada*. USA: Grupo Nelson.
- Mintzberg, H. (1983). *La naturaleza del trabajo directivo. La teoría de la política de gestión*. Barcelona, España: Editorial Ariel.
- Nohria, N. y Khurana, R. (2010). *Handbook of Leadership Theory and Practice*. USA: Harvard Business Review Press.
- Nye, J. (2004). The Benefits of Soft Power.: <https://hbswk.hbs.edu/archive/the-benefits-of-soft-power>
- Nye, J. (2010). *Power and Leadership" en Handbook of Leadership. Theory and Practice*. USA: Harvard Business Review Press.
- Ortega Álvarez, L. y Maeso Seco, L. (2010). *La ALTA dirección pública: análisis y propuestas*. España: Instituto Nacional de Administración Pública.
- Robbins, S. y Judge, T. (2017). *Comportamiento organizacional, 17ª edición*. México: Pearson.
- Volmer, J.; Spurk, D. & Niessen, C. (2012). Leader-member exchange (LMX), job autonomy, and creative work involvement. *The Leadership Quarterly, 23 (3), 456-465*. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2011.10.005>
- Whetten, D. y Cameron, K. (2016). *Desarrollo de habilidades directivas, Novena edición*. México: Pearson.
- Weinberg, F. & Locander, W. (2014). Advancing workplace spiritual development: a dyadic mentoring approach. *The Leadership Quarterly, 25 (2), 391-408*. <https://doi.org/10.1016/j.leaqua.2013.10.009>

Autores

Adolfo Oswaldo Acevedo Borrego. Doctor en Ingeniería Industrial, Magíster en Administración, Ingeniero Industrial. Docente en la Facultad de Ingeniería Industrial-UNMSM, Lima, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9592-5107>

Email: aacevedob@unmsm.edu.pe

Martha Carolina Linares Barrantes. Magíster en Dirección de Empresas, Abogado, Ingeniero Industrial. Lima, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4977-6654>

Email: klinares.estudio@gmail.com

Orestes Cachay Boza. Doctor en Ingeniería Industrial, Magíster en Administración, Ingeniero Industrial. Docente en la Facultad de Ingeniería Industrial-UNMSM, Lima, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4977-6654>

Email: orestescachay@yahoo.es

Recibido: 12-10-2021

Aceptado: 20-06-2022

Comparación de los Métodos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados

Analysis of multiple comparison methods of mean least significant difference (LSD) and Dunnett for balanced experiments using simulated samples

Eduardo Vargas Cano, Edwin Vargas Cano

Palabras clave: Mínima Diferencia Significativa, Prueba de Dunnett, Simulación de muestras

Key words: Least Significant Difference, Dunnett test, simulation samples

RESUMEN

La investigación está centrada en analizar los métodos de comparación múltiple de medias de tratamientos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados, según su potencia muestral observada, usando muestras simuladas. Es de vital importancia una vez realizado el experimento, definir si existe o no una diferencia significativa en las medias de los tratamientos, y contar con un procedimiento estadístico confiable que permita observar dicha diferencia. Para ello, se simularon 1920 situaciones experimentales, a las cuales se le aplicó el ANOVA y cada una de las dos pruebas antes mencionadas para determinar diferencias significativas entre las medias de tratamientos, determinando un error tipo I o tipo II muestral según sea el caso. En general, se obtuvo que en términos de la potencia, la prueba de Mínima Diferencia Significativa resulta ser más potente que la prueba de Dunnett, evidenciando tener una mayor probabilidad muestral de detectar diferencias significativas entre las medias de tratamientos, cuando éstas realmente existen.

ABSTRACT

The research is focused on analyzing the methods of multiple comparison of means of treatments of Minimum Significant Difference (LSD) and Dunnett for balanced experiments, according to their observed sample power, using simulated samples. It is of vital importance once the experiment is done, to define whether or not there is a significant difference in the means of the treatments, and to have a reliable statistical procedure that allows to observe this difference. For this, 1920 experimental situations were simulated, to which the ANOVA was applied and each of the two tests mentioned above to determine significant differences between the treatment means, determining a type I error or sample type II, as the case may be. In general, it was found that, in terms of power, the Minimum Significant Difference test turns out to be more powerful than the Dunnett test, evidencing having a greater probability of sampling to detect significant differences between treatment means, when these actually exist.

INTRODUCCIÓN

El diseño de experimentos está referido a los métodos de muestreo para reducir la variación en función de amplificar la señal de la naturaleza y así adquirir una cantidad especificada de información a través de éstos. Este muestreo aleatorio tiene dos propósitos. Primero, evitar la posibilidad de sesgo, y segundo, suministrar una base probabilística para la selección de la muestra (Mendenhall, Beaver & Beaver, 2015). A la selección de muestras aleatorias independientes de k poblaciones se le denomina *Diseño Completamente aleatorizado*.

Investigadores de prácticamente todos los campos de estudio realizan experimentos, por lo general para descubrir algo acerca de un proceso o un sistema, donde el experimento se puede definir como una prueba o serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema (diseño de tratamientos) para observar e identificar las razones de los cambios en la respuesta (Montgomery, 2004). Los tratamientos deberán relacionarse con los objetivos de investigación y el diseño de tratamientos requiere la identificación de los mismos, en cuanto al papel que desempeñan, para la evaluación de la hipótesis. Cuando se realiza un experimento para contestar a preguntas específicas, los tratamientos se seleccionan de manera que las comparaciones entre ellos contesten esas preguntas, aquí juega un papel importante la etapa de diseño de experimentos.

Los investigadores de las áreas como la biología, medicina, agricultura, ingeniería psicología y otras ciencias, utilizan experimentos del tipo comparativo para probar sus hipótesis. Kuehl (2001) declara que el adjetivo *comparativo* implica que se establezca más de un conjunto de circunstancias en el experimento y que se comparen entre sí las respuestas a las diferentes circunstancias (tratamientos).

Para probar diferencias significativas entre tratamientos, en una forma elemental se usa la prueba F basándose en un ANOVA (Análisis de la Varianza). Cuando no se rechaza la hipótesis nula parecería innecesario plantearse más preguntas, ya que se concluye a partir de esta situación que no existe evidencia como para pensar que algún par de medias dentro del conjunto estudiado pudiera ser diferente. Si se rechaza la hipótesis nula cuando se usa la prueba F , entonces surge la siguiente interrogante: ¿Dónde están las diferencias reales? Steel & Torrie (1985) plantean que si tal pregunta no se formula, entonces es razonablemente claro pensar que la máxima diferencia observada puede declararse significativa ya que H_0 se ha rechazado. Para responder a la interrogante planteada, se sugiere la utilización de procedimientos de comparación múltiple permiten detectar las diferencias en las medias de tratamiento.

Se debe tener claro cuál es la herramienta de comparación más idónea a ser utilizada para una determinada situación de análisis.

Según Atil & Unver (2001), en diferentes situaciones se ha apreciado el uso inadecuado de procedimientos de comparación múltiple más significativa para el conjunto de datos a analizar.

Por ello, resulta conveniente el señalamiento del comportamiento de los diferentes procedimientos de comparaciones múltiples de medias, según la naturaleza de la data muestral o simulada, tal como lo afirma el trabajo realizado por Rafter, Abell & Braselton (2002), donde se incluye además, sugerencias sobre los mejores métodos. Sauder & DeMars (2019) hacen una recomendación para el uso de procedimientos de comparaciones múltiples de medias en estudios del área de la psicología, con el uso de simulación usando el software SPSS. Basu, Cai, Das & Sun (2018) desarrollaron procedimientos orientados a datos que tienen como objetivo maximizar el número esperado de positivos verdaderos sujetos a una restricción en la tasa ponderada de descubrimientos falsos

Generalmente, no es suficiente mostrar que las medias de tratamientos son diferentes usando la prueba F en el análisis de varianza. Así que, los investigadores quieren comparar las medias de los tratamientos dependiendo de sus propiedades con el objeto de identificar cuál afecta con mayor o menor valor, a la media de las observaciones.

Aspectos Teóricos

Prueba de las Mínimas Diferencias Significativas (MDS)

Es un procedimiento usado para comparar un conjunto de medias y también para comparar cada una de las medias de un conjunto con un tratamiento control. Este procedimiento fue traído a discusión por Fisher (Citado por Montgomery, 2004; Kuehl, 2001).

Cada hipótesis $H_0: U_i = U_j$ se puede probar con el estadístico T-Student:

$$t_0 = \frac{\bar{y}_i - \bar{y}_j}{\sqrt{CMEE \left(\frac{1}{r_i} + \frac{1}{r_j} \right)}} \quad (1)$$

donde:

- \bar{y}_i : Media muestral de la muestra "i".
- \bar{y}_j : Media muestral de la muestra "j".
- CMEE: Cuadrado Medio del Error Experimental.
- r_i, r_j : Número de replicas.

Cuando se establece la probabilidad de error tipo I en algún valor α y la varianza S^2 tiene $n-t$ grados de libertad, la hipótesis nula se rechaza para cualquier valor observado de $|\bar{y}_i - \bar{y}_j|$ si $|t_0| > t_{\alpha, n-t}$. La *mínima diferencia significativa* es un método abreviado para realizar todas las pruebas T por pares. Simbólicamente se escribe:

$$MDS(\alpha) = t_{\frac{\alpha}{2}, gLEE} \cdot S(\bar{d}) \quad (2)$$

donde:

- $MDS(\alpha)$: mínima diferencia significativa al nivel de significación α
- $t_{\frac{\alpha}{2}, gLEE}$: valor de la distribución T-Student al nivel α con los grados de libertad del error.

- $S(\bar{d})$: error típico de la diferencia de 2 medias.

A su vez:

$$S(\bar{d}) = \sqrt{\frac{2 \cdot CMEE}{r}} \quad (3)$$

donde:

- CMEE: Cuadrado Medio del Error Experimental.
- r: Número de replicaciones.

La hipótesis nula $H_0: U_i = U_j$, se rechaza si:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_j| \text{ si } |t_0| > MDS(\alpha) \quad (4)$$

(Todas las diferencias entre medias son comparadas con el MDS (α) calculado).

En total se pueden generar $t(t-1)\frac{1}{2}$ comparaciones. Si la diferencia excede el MDS (α), se dice que las medias provienen de poblaciones distintas (Montgomery, 2004; Kuehl, 2001).

Prueba de Dunnett

Probablemente uno de los casos más frecuentemente encontrados es la comparación de un control con cada tratamiento. Por ejemplo, en Medicina como también en las industrias se podría desear probar varias drogas nuevas y compararlo con una droga estándar.

El procedimiento de Dunnett requiere de un solo valor para juzgar la significancia de las diferencias observadas entre cada tratamiento y el control. Se pueden efectuar comparaciones con alternativas Unilaterales y Bilaterales. La tasa de error es familiar y pueden construirse intervalos de confianza.

El valor crítico de Dunnett está dado por (Montgomery, 2004; Kuehl, 2001):

$$d' = t(\alpha, t) \cdot S(\bar{d}) \quad (5)$$

donde:

- $t(\alpha, t)$: estadístico de Dunnett al nivel de significación α y t tratamientos para el conjunto apropiado de alternativas de una y dos colas.
- $S(\bar{d})$:: es la desviación estándar expresada como :

$$S(\bar{d}) = \sqrt{\frac{2 \cdot CMEE}{r}}$$

Las estimaciones de los intervalos de confianza bilaterales para las medias de los tratamientos individuales y la media del control para: $H_0: \mu_i - \mu_c = 0$ son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c \pm d' \quad (6)$$

Los límites superiores del intervalo de un lado, si se manifiesta superioridad de la media de tratamiento por ser mayor que la media control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c - d' \quad (7)$$

En caso de ser menor que la media control, son:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c + d' \quad (8)$$

Para la prueba $H_0: \mu_i - \mu_c = 0$ contra la alternativa $H_a: \mu_i - \mu_c \neq 0$, se rechaza si:

$$|\bar{y}_i - \bar{y}_c| > d' \quad (9)$$

Para la alternativa de un lado $H_0: \mu \leq \mu_j$ contra la alternativa $H_a: \mu \geq \mu_j$ se rechaza si:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c \geq d' \quad (10)$$

Para la alternativa de un lado $H_0: \mu \geq \mu_j$ contra la alternativa $H_a: \mu \leq \mu_j$, se rechaza si:

$$\bar{y}_i - \bar{y}_c < -d' \quad (11)$$

METODOLOGÍA

Simulación de muestras

Giri & Miguel (2018) sostienen que un modelo de simulación permite crear conocimiento en forma de explicaciones causales, tomando en cuenta la validez de exportar resultados del modelo al mundo modelado en virtud de la similitud entre modelo y mundo, analizable en términos de identidad parcial de estructura para eliminar la similitud superficial que repita los resultados empíricos al ajustar datos por calibración.

El experimento simulado es el Diseño Experimental Completamente al Azar y las diferentes situaciones simuladas dependieron de las siguientes variables:

- i. *Número de tratamientos*. En concordancia con la literatura consultada, resulta frecuente encontrar experimentos cuyo número de tratamientos oscila entre 3 y 6, en el 99% de los casos, por ende, los experimentos simulados tendrán 3, 4, 5, y 6 tratamientos.
- ii. *Número de muestras por tratamiento*. Por tratarse de experimentos balanceados, todos los tratamientos independientemente del número de éstos en el diseño, tendrán el mismo tamaño muestral. En concordancia con la bibliografía consultada, se observa en ésta que el número de observaciones por tratamiento oscila entre 3 y 6, en el 99% de los casos. Por tal razón, los

tamaños de muestra de cada tratamiento para los diferentes casos de estudio serán de 3, 4, 5 o 6.

- iii. *Medias de tratamientos*. Para esta variable, se consideraron dos casos: medias iguales y medias diferentes. Intentando abarcar la mayor cantidad de casos, se simularon experimentos con medias en el orden hipotético de 0.1, 1.0, 10.0 y 100.0 unidades de medida.
- iv. *Nivel de significación*. Basándonos en el común de las distintas investigaciones, se utilizaron para la significación estadística de las pruebas, niveles teóricos de error tipo I en el orden de 1% y 5%.
- v. *Coefficiente de Variación*. Esta variable permite determinar la varianza común de todos los tratamientos. Es de importancia estadística ya que mide la homogeneidad de las muestras simuladas. Para esta variable, se tomaron los siguientes valores: 1%, 5%, 10%, 20%, 50%, 100%.

Este esquema de simulación arroja un total de 128 casos, lo cual constituye una base para generar conclusiones de interés en el campo estadístico. Además, cada una de estas 128 situaciones, será probada con la variabilidad determinada con el coeficiente de variación, lo cual expande aún más el abanico de análisis y discusión de los resultados de la investigación, y bajo las condiciones de medias iguales para medir el error tipo I muestral, y medias diferentes

para medir el error tipo II, o mejor aún, la potencia muestral simulada de la prueba. Para cada situación se generaron 10000 muestras, a las cuales se le aplicó el ANOVA y cada una de las dos pruebas antes mencionadas para determinar diferencias significativas entre las medias de tratamientos, determinando un error tipo I (si se simulan medias iguales) o tipo II muestral según sea el caso.

Las situaciones simuladas se agrupan en dos grupos:

- Medias iguales, diferentes varianzas, diferentes niveles de significancia
- Medias diferentes, diferentes varianzas, diferentes niveles de significancia.

RESULTADOS

La probabilidad (muestral) de ocurrencia del error de tipo I para las pruebas de

ANOVA, Mínima Diferencia Significativa (MDS) y Dunnett, partiendo de niveles de significación de 1% 5%, se observan en la tabla 1.

Tabla 1. Probabilidad de Error Tipo I, obtenido en la simulación

		Prueba	Coeficiente de Variación					
			1%	5%	10%	20%	50%	100%
Nivel de Significación	0,01	ANOVA	0,9763	0,9563	0,9525	1,0538	0,9775	0,9450
		MDS	10,5600	10,4063	10,3994	10,3013	10,2538	10,1413
		DUNNETT	1,0263	1,0063	0,9850	1,0825	0,9850	0,9613
Nivel de Significación	0,05	ANOVA	4,9950	4,8125	5,1075	5,0325	5,0150	5,4775
		MDS	37,8250	37,6000	37,7175	40,1250	38,0150	38,1238
		DUNNETT	5,7750	4,8388	5,1138	5,0913	5,0700	4,9400

En la tabla 1 se puede observar que:

- Los porcentajes de las veces que las diferentes pruebas detectaron una diferencia significativa entre las medias de los tratamientos. Estos porcentajes pueden considerarse son la tasa de error tipo I muestral, ya que originalmente las medias de los tratamientos se consideraron como iguales. Las tasas de error tipo I teórica para estas corridas fueron

de 0.01 y 0.05, por tanto es de esperar que los porcentajes obtenidos en la simulación estén alrededor del 1% y 5% según sea el caso.

- Para un nivel de significación de 0,01, que tanto para el ANOVA como para la prueba de Dunnett, el porcentaje de error tipo I aunque sobre pasa el 1%, no supera el 2%.
- Para un nivel de significación de 0.05 en el ANOVA y la prueba de

Dunnett, el porcentaje de error tipo I aunque en algunos valores del coeficiente de variación supera el 5%, no sobre pasa el 6%. Además, también se determinó la potencia (muestral) obtenida para las pruebas de Mínima Diferencia Significativa y Dunnett, partiendo de niveles de significación de 1%

y 5%, la cual se observa en la tabla 2, y se midió como el porcentaje de las veces que teniendo experimentos con medias de tratamientos diferentes, las pruebas de Mínima Diferencia Significativa y Dunnett detectaron diferencias estadísticamente significativas entre éstas.

Tabla 2. Potencia muestral observada, obtenida en la simulación

		Prueba	Coeficiente de Variación					
			1%	5%	10%	20%	50%	100%
Nivel de Significación	0,01	ANOVA	100	99,4088	94,7988	85,8875	78,2425	59,5175
		MDS	100	99,8888	97,6713	91,6300	83,7350	73,2575
		DUNNETT	100	99,5650	95,4463	86,4963	79,0263	61,9125
	0,05	ANOVA	100	99,9075	97,4925	90,3163	81,9613	71,2100
		MDS	100	99,9988	99,3100	96,1500	90,4075	85,7700
		DUNNETT	100	99,9450	97,9038	90,7488	82,3338	72,8850

De la tabla 2 se observa que:

- Al considerar medias diferentes y realizar el conteo de las veces que las pruebas detectan diferencias significativas, se debe esperar que las pruebas mantengan sus porcentajes de detección de diferencias significativas en números cercanos al 100%. Tal situación se refleja hasta un coeficiente de variación del 20%, donde a partir de este valor, se observa que la prueba que sufre una disminución considerable es la de Dunnett.
- La prueba que logra mantener en mayor porcentaje altos porcentajes de detección de diferencias significativas es la de Mínima Diferencia Significativa.

- Es de entender que a mayor varianza, las distribuciones de los tratamientos tienden a solaparse unas con otras, haciendo más compleja la detección de diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Otras de las estadísticas muestrales de interés determinadas con la data simulada, fueron la probabilidad condicionada muestral de que siendo significativa la prueba de ANOVA las pruebas de MDS y Dunnett resulten significativas, y la probabilidad de que siendo no significativo el ANOVA las pruebas de MDS y Dunnett resulten significativas, todas éstas, según la naturaleza de las medias y el nivel de significación. Tales valores se observan en las tablas 3 y 4, respectivamente.

Tabla 3. Probabilidad condicional muestral de que siendo ANOVA significativo, las pruebas de MDS y Dunnett resulten significativas

Nivel de Significación		Prueba	Naturaleza de las Medias	
			Medias Iguales	Medias Diferentes
			0,01	MDS
	0,01	DUNNETT	59,78	97,13
	0,05	MDS	100,00	100,00
	0,05	DUNNETT	65,35	97,93

De la tabla 3 se puede observar que:

- Independiente de la naturaleza de las medias y del nivel de significación, la prueba de Mínima Diferencia Significativa detecta diferencias significativas entre las medias de tratamiento el 100% de las veces que el ANOVA detecta tal situación.
- La prueba de Dunnett resulta ser más conservadora en este aspecto,

ya que siendo las medias de tratamiento iguales, aunque ANOVA detecte por error significancia estadística en los tratamientos, Dunnett sólo comete este error un 62,57% de la veces, en promedio. Y siendo las medias diferentes, solo deja de detectar diferencias significativas luego de que ANOVA detecta, un 2,47% de las veces, en promedio.

Tabla 4. Probabilidad condicional muestral de que siendo ANOVA no significativo, las pruebas de MDS y Dunnett resulten significativas

Nivel de Significación		Prueba	Naturaleza de las Medias	
			Medias Iguales	Medias Diferentes
			0,01	MDS
	0,01	DUNNETT	0,43	21,70
	0,05	MDS	34,67	75,49
	0,05	DUNNETT	1,88	32,26

De la tabla 4 se observa que:

- La prueba de Mínima Diferencia Significativa resultó significativa estadísticamente en un 68,18% de las

veces que ANOVA no detectó tal significación en el caso de medias de tratamientos diferentes.

CONCLUSIONES

La importancia de la investigación se fundamentó en el hecho de dar a conocer cual es la herramienta de comparación más idónea a ser utilizada de entre las estudiadas (Mínima Diferencia Significativa y Dunnett). Por ello, el presente trabajo de investigación arrojó las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de variación resulta ser una variable determinante tanto en el error tipo I como en la potencia muestral obtenida de la simulación.
- El Análisis de Varianza (ANOVA) muestra robustez al comparar los valores teóricos de significación estadística con los valores obtenidos muestralmente. Incluso logra mantener niveles de potencia por encima de 75% para coeficientes de variación de hasta 50%.
- La prueba de Mínima Diferencia Significativa (MDS) se comporta como la mejor en comparación con la prueba de Dunnett, en términos de la potencia muestral observada. Sin embargo, cuando se observa el comportamiento de su tasa de error tipo I muestral, la prueba de Dunnett logra mantenerse con una desviación media cuadrática de 5,5% con respecto al valor teórico fijado.
- En términos de la potencia de la prueba, la prueba de Mínima Diferencia Significativa es más potente que la prueba de Dunnett, teniendo entonces una mayor

probabilidad de detectar diferencias significativas entre las medias de tratamientos, cuando realmente existan estas diferencias.

Como comentario final, se verifica la efectividad de trabajar con coeficientes de variación bajos, es decir, menores de 25%, donde en la totalidad de las situaciones simuladas, las pruebas mantienen un comportamiento aceptable de detección o no detección de diferencias de medias significativas según sea el caso.

Obtenidos y analizados los resultados, resulta conveniente indicar que al aumentar el número de pruebas a analizar en concordancia con las limitaciones de la investigación, se puede ofrecer a los investigadores de las distintas ramas de la ciencia un panorama más amplio de orientación al momento de seleccionar el procedimiento de comparación de medias de tratamiento que mejor se adapte a su situación estudiada.

Es recomendable para los resultados obtenidos de este trabajo, aumentar su análisis tomando en cuenta elementos como número de tratamientos y cantidad de muestras por tratamiento. Asimismo, además de trabajar con experimentos balanceados, sería de especial interés incorporar la variable desbalance de tratamientos en los resultados, ya que esta situación es común en el desarrollo de experimentos en la práctica.

REFERENCIAS

- Atil, H. & Unver, Y. (2001). Multiple Comparisons. *Journal of Biological Sciences*, 1 (8), 723-727, 2001. <https://doi.org/10.3923/jbs.2001.723.727>
- Basu, P., Cai, T., Das, K. & Sun, W. (2018). Weighted False Discovery Rate Control in Large-Scale Multiple Testing. *Journal of the American Statistical Association*, 113 (23), 1172-1183. <https://doi.org/10.1080/01621459.2017.1336443>
- Giri, L. & Miguel, H. (2018). El modelo de simulación como generador de explicaciones causales. *Theoria: An International Journal for Theory, History and Foundations of Science*, 33 (1), 111-128. <https://www.jstor.org/stable/26355572>
- Kuehl, R. (2001). *Diseño de Experimentos*, 2da ed. México: Thompson Editores.
- Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver B. (2015). *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. 14ª ed. México: Cengage Learning Editores.
- Montgomery, D. (2004). *Diseño & Análisis de Experimentos*, 2da ed. México: Editorial Limusa.
- Rafter, J., Abell, M. & Braselton, J. (2002). Multiple Comparison Methods for Means. *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 44 (2), 259-278. <https://doi.org/10.1137/S0036144501357233>
- Sauder, D. & DeMars, C. (2019). An Updated Recommendation for Multiple Comparisons. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 2 (1), 26-44. <https://doi.org/10.1177/2515245918808784>
- Steel, R., & Torrie, J. (1985). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*, 2da ed. Bogotá: Editorial McGraw Hill Latinoamericana.

Autores

Eduardo Vargas Cano. Ingeniero Industrial, Docente-Investigador del Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1293-1550>

Email: eevargas1@uc.edu.ve

Edwin Vargas Cano. Ingeniero Eléctrico, Docente-Investigador del Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1886-9156>

Email: vargase@uc.edu.ve

Recibido: 12-11-2021

Aceptado: 27-02-2022

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
Junio, 2022

Editorial

Artículos de investigación

- **Análisis multicriterio para la selección de un Plan Agregado de Producción considerando el Factor Humano** 7-26
Multi-criteria analysis to select an Aggregate Production Plan considering the Human Factor
Luciana Tabone, Ignacio Boloquy, Verónica Mortara, Antonio Morcela, Jacqueline Bonoure
- **Avaliação da percepção de valor do cliente de jornais digitais: estudo de caso de uma empresa jornalística na região sul do Brasil** 27-52
Assessment of customer value of digital newspapers: case study of a journalistic company in southern Brazil
Léo Vander Chaves Lima, Maria Auxiliadora Cannarozzo Tinoco
- **Incorporación de tecnologías de industria 4.0 en la formación de ingenieros: un laboratorio de manufactura con enfoque 4.0** 53-72
Incorporation of industry 4.0 technologies in the training of engineers: a manufacturing laboratory with a 4.0 focus
Lisaura Rodríguez Alvarado, Jesús Loyo Quijada, Miguel López Ontiveros, Enrique Ávila Soler y Sergio García Carranco
- **Análisis de normativas de gestión de la mejora organizativa en función de su aplicabilidad a las funciones sustantivas universitarias** 73-94
Analysis of organizational improvement management regulations based on their applicability to substantive university functions
María Stella Stradi Granados

Artículos de divulgación

- **El núcleo duro del liderazgo en el contexto de las decisiones directivas. Los elementos generales que definen al líder** 97-114
The hard core of leadership in the context of managerial decisions. The general elements that define the leader.
Adolfo Acevedo Borrego, Martha Linares Barrantes, Orestes Cachay Boza
- **Comparación de los Métodos de Mínima Diferencia Significativa (LSD) y Dunnett para experimentos balanceados** 115-124
Analysis of multiple comparison methods of mean least significant difference (LSD) and Dunnett for balanced experiments using simulated samples
Eduardo Vargas Cano, Edwin Vargas Cano

- Normas para publicación** 125-126