

Revista Científica

Basachí

ISSN-2954-520X



VOLUMEN NO. 3

Edición 2
Julio - Diciembre
2025

Sello Editorial UTPN //
ISSN-2954-520X

h n o d m
HEMEROTECA NACIONAL
DIGITAL DE MÉXICO



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA PASO DEL NORTE



DIFUSIÓN VÍA ELECTRÓNICA

BASACHÍ

ISSN: 2954-520X

INFORMACIÓN EDITORIAL

BASACHÍ Año 3, número 1, enero-junio 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Tecnológica Paso del Norte, con dirección en Calle Pez Lucio No. 10526, de la Colonia Puerto de Anapra, en la Heroica Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P. 32107, Tel. 656 2-57-00, Ext. 2005, www.utpn.edu.mx. Editora responsable: Dra. María Cristina Guevara Neri. Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2022-090613343700-102, ISSN: 2954-520X, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Departamento de Editorial, Lic. Sergio Fabián Delgado Ramírez, con dirección en Calle Pez Lucio No. 10526, de la Colonia Puerto de Anapra, en la Heroica Ciudad Juárez, Chihuahua, C.P. 32107, con fecha de la última modificación, 20 de agosto de 2024.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura de la Universidad Tecnológica Paso del Norte.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

DIRECTORIO

FRANCISCO JAVIER LLERA PACHECO
RECTOR

JORGE ANTONIO MARTÍNEZ QUEZADA
ABOGADO GENERAL

MARÍA CRISTINA GUEVARA NERI
DIRECTORA GENERAL DE LA REVISTA
BASACHÍ

MARÍA DE LOS ÁNGEL HOLTZEIMER
ÁLVAREZ
DIRECTORA DE CARRERA: DIVISIÓN
INGENIERÍAS

ESMERALDA YADIRA CEPEDA ALCON
DIRECTORA DE CARRERA: DIVISIÓN
ADMINISTRACIÓN

LETICIA ROCHA LUCERO
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS
HUMANOS

NORELY QUEZADA GOYTIA
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS
FINANCIEROS

HÉCTOR MOLINAR CATALÁN
DIRECTOR DE PLANEACIÓN Y EVALUACIÓN

GABRIEL MUÑOZ SAPIÉN
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y
FINANZAS

IRVING LUIS VÁZQUEZ HERNÁNDEZ
JEFE DE BIENESTAR UNIVERSITARIO

ARACELY AGUIRRE MEDINA
JEFA DE CONTROL ESCOLAR

SERGIO FABIÁN DELGADO RAMÍREZ
JEFE DE PRENSA Y DIFUSIÓN

ELIAZAR SALAZAR PAVÓN
DIVISIÓN DE LOGÍSTICA INTERNACIONAL



MIRNA LILIANA GUILLÉN RAMÍREZ
DIVISIÓN DE GESTIÓN DE PROYECTOS Y
NEGOCIOS

WENDY NEVAREZ AGUILAR
DIVISIÓN EN REDES INTELIGENTES Y
CIBERSEGURIDAD

MARÍA CRISTINA GUEVARA NERI
DIVISIÓN DE MECATRÓNICA

DENNISE GABRIELA RIVERA MOJICA
DIVISIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

IVÁN MARTÍNEZ MENDOZA
ACADEMIA DE CIENCIAS BÁSICAS

CLAUDIA CECILIA DIAZ MORENO
DIVISIÓN DE EXPRESIÓN ORAL Y ESCRITA

ANA GALLEGOS
DIVISIÓN DE LENGUAS Y MÉTODOS

EDITORIAL



La Revista Científica **BASACHÍ** genera el volumen 3, número 2, cuya versión se encuentra disponible a través del portal de la Universidad Tecnológica Paso del Norte: <https://www.utpn.edu.mx/es/revista> para ser visible las publicaciones, y tener el acercamiento al público en general.

BASACHÍ realiza su cuarta publicación científica con el objetivo de difundir la ciencia, la tecnología y la investigación, y de consolidarse como una fuente de conocimiento para los lectores en general.

EQUIPOS EDITORIALES



Rector de la Universidad Tecnológica Paso del Norte

Dr. Francisco Javier Llera Pacheco

Directora General de la Revista Científica BASACHÍ

Dra. María Cristina Guevara Neri

Coordinación Editorial de la Revista

Lic. Sergio Fabián Delgado Ramírez

CONSEJO DE ARBITRAJE

Dr. Adán Valles Chávez
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dra. Erik Berenice Herrera Ríos
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dr. Tomás Francisco Limones Meraz
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dra. Ana Isela García Acosta
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dr. Manuel Alejandro Barajas Bustillos
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dr. Diego Adiel Sandoval Chávez
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dr. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dr. Jorge Adolfo Pinto Santos
Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dra. Alma Guadalupe Rodríguez Ramírez
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Dr. Gilberto Mercado Mercado
Universidad Vizcaya de Las Américas

Dr. Diego Manuel Medina Carril
UT Metropolitana de Mérida

Mtra. Angélica Esther Herrera Lugo
UT Metropolitana de Mérida

Dra. Claudia Evangelina Valles Sosas
Universidad del Paso Texas

Dra. Perla Ivette Gómez Zepeda
Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Dra. María Cristina Guevara Neri
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Dr. Iván Martínez Mendoza
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtro. Víctor Saucedo Díaz
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtra. Denisse Gabriela Rivera Mojica
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtro. Eliazar Salazar Pavón
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtra. Laura Navarro Enríquez
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtra. Mirna Liliana Guillén Ramírez
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtra. Ana Lorena Chávez Montelongo
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtro. Eduardo Alejandro Carranza González
Universidad Tecnológica Paso del Norte

Mtra. Mayra Sato Franco
Universidad Tecnológica Paso del Norte

RESEÑA



En el año 2023, la revista **BASACHÍ** de la Universidad Tecnológica Paso del Norte (UTPN), ubicada en Cd. Juárez, Chihuahua, México, inició su actividad como revista científica, tras completar los trámites pertinentes ante el Centro Nacional ISSN y el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR).

1. Coordinación Editorial: La revista cuenta con la colaboración de profesionistas de diversas disciplinas y grados académicos, incluyendo doctores y maestros.
2. Comité de Arbitraje: El comité de arbitraje de la revista **BASACHÍ** está integrado por académicos con grados de maestro y doctor, quienes entre sus logros académicos cuentan con el Perfil Deseable otorgado por PRODEP o son miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI).
3. Formato y Registro ISSN: **BASACHÍ** es una revista electrónica que cuenta con el Número Internacional Normalizado de Publicaciones Seriadas (ISSN): 2954-520X.
4. Proyección y Reconocimiento: La revista científica **BASACHÍ** trabaja arduamente para ser aceptada en catálogos y directorios de revistas nacionales e internacionales de gran prestigio. Asimismo, busca pertenecer a repositorios de servicios de información y bibliotecas universitarias.
5. Significado del Nombre: **BASACHÍ**, en lengua tarahumara, significa "coyote", la mascota representativa de la Universidad Tecnológica Paso del Norte.
6. Fecha de Registro ISSN: El número **ISSN: 2954-520X** fue otorgado por INDAUTOR el 17 de febrero de 2023.

CONTENIDO

La inteligencia artificial en la logística moderna: aplicaciones para el sector empresarial	10
Propiedades psicométricas de la escala de bienestar subjetivo de RYFF en una muestra fronteriza mexicana universitaria	15
Propiedades psicométricas de la escala de esperanza académica en estudiantes universitarios mexicanos	21
Determinación del ángulo de salida óptimo para la fabricación de piezas de legos en impresora de inyección plástica	27
Aplicación de ingeniería de sistemas blandos en equipos de trabajo para consolidación de proyectos npi en la empresa	34
Simulación de un sistema de información para disminuir costos en los departamentos involucrados del proyecto tooling	41

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA LOGÍSTICA MODERNA: APLICACIONES PARA EL SECTOR EMPRESARIAL

Pérez Valerio Diana Isela¹, Silva Leyva Laura Elizabeth¹, Ronquillo Salas Carlos Alberto², Lara Lara Jazmin¹, Carrasco Armendáriz Liliana¹

¹ Ingeniería Industrial y Logística. Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez. 122111012@cdjuarez.tecnm.mx, laura.sl@cdjuarez.tecnm.mx, Jazmin.ll@cdjuarez.tecnm.mx, Liliana.ca@cdjuarez.tecnm.mx.

² Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Tecnológico Nacional de México campus Ciudad Juárez. Carlos.rs@cdjuarez.tecnm.mx.

Resumen -- El impacto de la inteligencia artificial (IA) en el entorno empresarial contemporáneo, este artículo destaca su evolución desde enfoques simbólicos hasta sistemas avanzados de aprendizaje profundo. Se analizan sus principales aplicaciones en áreas como la automatización, la toma de decisiones y la transformación digital de las organizaciones. Asimismo, se examina el papel de la IA en la logística moderna, específicamente en el diseño y optimización de almacenes a partir del análisis de contenidos en línea. Gracias a algoritmos que interpretan patrones de consumo y datos del entorno digital, las empresas pueden anticipar la demanda y reconfigurar su infraestructura logística de forma más eficiente, flexible y centrada en el cliente. La investigación concluye que la adopción responsable y estratégica de la IA representa una ventaja competitiva clave en el contexto actual.

Palabras Clave: Aprendizaje Profundo, Entorno Empresarial, Inteligencia Artificial, Logística Moderna.

Abstract -- The impact of artificial intelligence (AI) in the contemporary business environment, highlighting its evolution from symbolic approaches to advanced deep learning systems. Its main applications in areas such as automation, decision making and digital transformation of organizations are analyzed. It also examines the role of AI in modern logistics, specifically in the design and optimization of warehouses based on the analysis of online content. Thanks to algorithms that interpret consumption patterns and data from the digital environment, companies can anticipate demand and reconfigure their logistics infrastructure in a more efficient, flexible and customer-centric way. The research concludes that the responsible and strategic adoption of AI represents a key competitive advantage in the current context.

Keywords: Artificial Intelligence, Business Environment, Deep Learning, Modern Logistics.

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios en la década de 1950, la inteligencia artificial (IA) ha experimentado una evolución significativa, pasando de sistemas simbólicos basados en reglas lógicas a sofisticados modelos de aprendizaje profundo capaces de emular ciertos aspectos del razonamiento humano [1,2]. En su etapa inicial, la denominada IA débil se enfocaba en resolver problemas específicos mediante algoritmos estructurados y representaciones formales del conocimiento. No obstante, el avance más relevante en esta disciplina se produjo a partir de 2012, con el desarrollo de redes neuronales profundas que permitieron una mejora sustancial en el reconocimiento de patrones en imágenes, texto y voz [3, 4, 5].

En el ámbito empresarial, la IA se ha consolidado como una herramienta estratégica para la optimización de procesos, la automatización de tareas y la toma de decisiones informadas. Tecnologías como el aprendizaje automático, el procesamiento de lenguaje natural y el aprendizaje profundo permiten el análisis de grandes volúmenes de datos, facilitando así una gestión más eficiente de las operaciones. El objetivo del presente artículo es examinar la evolución histórica y técnica de la inteligencia artificial, así como su impacto en la transformación digital de las organizaciones contemporáneas.

DESARROLLO

Desde los albores de la informática en la década de 1950, la inteligencia artificial (IA) ha recorrido un largo camino: de meros experimentos académicos con reglas lógicas rígidas, a sofisticados sistemas de aprendizaje profundo capaces de procesar enormes volúmenes de datos y realizar predicciones con una sensibilidad que roza la comprensión humana. En sus primeros pasos, la IA simbólica o “IA débil” se centraba en resolver problemas específicos mediante conjuntos de reglas predefinidas y representaciones lógicas. Sin embargo, el verdadero punto de inflexión llegó con la revolución del aprendizaje profundo a partir de 2012, cuando

algoritmos de redes neuronales profundas demostraron poder reconocer patrones en imágenes, voz y texto con niveles de precisión inesperados [3].

Uno de los objetivos de la inteligencia artificial es crear sistemas informáticos que puedan imitar las habilidades de pensamiento crítico de los humanos. Estos sistemas se basan en datos empresariales y utilizan tecnologías como el procesamiento de lenguaje natural, el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo para facilitar las operaciones empresariales [6].

La figura 1 muestra una celda de manufactura automatizada equipada con sistemas robóticos de precisión. Este tipo de infraestructura es característico de plantas de producción alineadas con los principios de la Industria 4.0. Los brazos robóticos, cintas transportadoras y sistemas de visión artificial trabajan de manera sincronizada para ensamblar o manipular componentes metálicos complejos.



Figura 1. Celda de manufactura automatizada

Hoy día, podemos distinguir alrededor de cuatro “olas” en la evolución de la IA. La primera ola, o IA asistida, automatiza tareas rutinarias y ofrece análisis básicos de datos. La segunda ola, la IA colaborativa, introduce asistentes cognitivos como chatbots y agentes de voz que interactúan de forma más natural con los usuarios. La tercera ola, la IA contextual, incorpora el entendimiento del entorno y las intenciones humanas, anticipando necesidades y sugiriendo acciones. Finalmente, la cuarta ola, la IA autónoma, engloba sistemas que pueden ejecutar procesos enteros con mínima supervisión, desde la cadena de montaje hasta la gestión logística [7].

Esta progresión no está exenta de retos. El paso de una IA estrecha a una IA general (AGI) capaz de igualar la flexibilidad cognitiva humana plantea cuestiones de seguridad y gobernanza. Nick Bostrom [3] advierte del peligro de una “explosión de inteligencia” que podría desbordar nuestro control si no se implementan salvaguardas adecuadas: protocolos de alineación de valores, cajas de arena para experimentación controlada

y marcos de cooperación internacional que establezcan estándares de seguridad compartidos.

En el ámbito empresarial, la IA ya está transformando la forma de operar de muchas compañías. Uno de los usos más consolidados es la optimización de la cadena de suministro: aplicaciones de machine learning para la previsión de la demanda han conseguido reducir inventarios entre un 20 % y un 30 %, liberando capital y minimizando el riesgo de quiebre de stock [7]. Asimismo, la integración multimodal que combina texto, voz e imagen en un único flujo de análisis ha permitido llevar la atención al cliente a un nivel más intuitivo y eficaz: sistemas capaces de reconocer el estado de ánimo de un usuario a través de su tono de voz o de corregir automáticamente errores de fotografía industrial en línea de producción [8].

La integración de la IA de nivel empresarial puede ayudar a liberar a la fuerza laboral humana de tareas manuales repetitivas, mejorar el análisis de datos, la estrategia empresarial y la toma de decisiones, además de optimizar los procesos en toda la organización. Para ello, las empresas deben contar con una infraestructura que gestione de manera adecuada los datos y admita la tecnología de IA.

Disponer de un marco estable para la gobernanza de datos ayuda a mantener los datos disponibles para todas las partes interesadas pertinentes y a salvo de filtraciones de datos.

Uno de los ámbitos empresariales donde la inteligencia artificial ha demostrado un impacto particularmente significativo es la logística, especialmente en el diseño y optimización de almacenes. Gracias al análisis de contenidos en línea —como patrones de compra, comportamiento del consumidor y tendencias de demanda— los sistemas de IA pueden generar modelos predictivos que permiten configurar almacenes más eficientes, escalables y adaptativos. Estas tecnologías no solo mejoran la distribución espacial de productos, sino que también optimizan rutas internas, reducen tiempos de preparación de pedidos y mejoran la rotación de inventario.

El uso de algoritmos de aprendizaje automático y procesamiento de lenguaje natural en la minería de datos provenientes de plataformas digitales, foros, redes sociales y registros de ventas ha permitido desarrollar sistemas que identifican necesidades emergentes y fluctuaciones de mercado en tiempo real. Con esta información, las organizaciones pueden anticipar la demanda y rediseñar la infraestructura logística de manera proactiva. Por ejemplo, mediante la simulación

computacional basada en IA, es posible ajustar el layout de un almacén para minimizar desplazamientos o implementar robots autónomos guiados por mapas dinámicos que responden a variaciones diarias en los pedidos.

Estos avances tecnológicos no solo representan una mejora en la eficiencia operativa, sino que también posicionan a la logística como un factor clave en la competitividad empresarial. La implementación de soluciones de IA en la cadena de suministro y en los centros de distribución ha pasado de ser una ventaja diferenciadora a un requerimiento esencial para adaptarse a entornos comerciales cada vez más digitalizados, dinámicos y orientados al cliente.

También ayuda a promover el uso de análisis de datos avanzado. Parte de este marco implica una transformación digital y la integración de entornos de nube híbrida y multinube para ayudar a gestionar grandes volúmenes de datos. Una vez que estos sistemas están en su lugar, una organización puede comenzar a extraer datos para obtener información y crear modelos para entrenar a las tecnologías de IA.

Más allá de la eficiencia operacional, la IA impulsa la innovación de productos y servicios. Microsoft, por ejemplo, desarrolla “copilotos” inteligentes que asisten en la redacción de informes, análisis financieros y generación de código, liberando a los empleados de tareas repetitivas y permitiéndoles centrarse en la estrategia y la creatividad [9]. Este modelo de “superagencia” potencia la agilidad organizacional, aunque impone la necesidad de robustecer la gobernanza de datos y la protección de la propiedad intelectual.

En este entorno tecnológico, la adopción masiva de la IA también plantea desafíos socioeconómicos. El Fondo Monetario Internacional estima que alrededor del 40 % de los empleos actuales podrían verse afectados por la automatización en los próximos años, lo que exige políticas de reciclaje profesional y redes de seguridad social más sólidas para evitar el aumento de la desigualdad [10]. De igual manera, el elevado consumo energético de los grandes centros de datos obliga a las empresas a combinar sus proyectos de IA con fuentes renovables y optimizar arquitecturas de hardware orientadas a la eficiencia medioambiental [11].

Según Quiroz Vázquez y Goodwin [12], las organizaciones planean aumentar su inversión en IA durante los próximos tres años, empleando tecnologías como aprendizaje automático, procesamiento del

lenguaje natural y visión artificial para optimizar funciones comerciales y liberar a los empleados de tareas repetitivas.

Entre los casos de uso destacan AIOps en operaciones de TI mejorando la detección de anomalías y reduciendo tiempos de resolución, marketing basado en segmentación de clientes y análisis predictivo, servicios de atención al cliente 24/7 con chatbots conversacionales, generación de contenido mediante IA generativa y ciberseguridad avanzada. Además, IBM reporta que las compañías que combinan IA, automatización y seguridad ahorran en promedio 1.9 millones de dólares en costos por brechas de datos [13]. Finalmente, la dimensión ética no puede quedar relegada. La transparencia en los algoritmos, la auditabilidad de los modelos y la creación de órganos independientes de supervisión son medidas indispensables para preservar la confianza pública. Sin una gobernanza clara, los sesgos inadvertidos y la opacidad en la toma de decisiones automatizada podrían socavar la legitimidad de las organizaciones que apuestan por la IA.

Se concluye qué, la IA ha evolucionado desde motores simbólicos hasta sistemas de aprendizaje profundo que ya forman parte integral de la operativa empresarial. Para aprovechar todo su potencial, las organizaciones deben adoptar un enfoque holístico que combine tecnología, talento humano y gobernanza ética. Solo así será posible impulsar la productividad y la innovación, al mismo tiempo que se protege el bienestar social y medioambiental.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis realizado evidencia que la evolución de la inteligencia artificial ha trascendido el ámbito académico para consolidarse como un factor estratégico en la dinámica empresarial contemporánea. Las cuatro olas de desarrollo de la IA —desde la automatización básica hasta los sistemas autónomos— permiten observar un proceso de maduración tecnológica que responde progresivamente a las demandas de eficiencia, adaptabilidad y personalización de las organizaciones modernas.

Uno de los hallazgos más relevantes es la transversalidad de la IA en distintos sectores productivos. El impacto en la gestión de la cadena de suministro, la atención al cliente [14] y la innovación de productos refleja una aplicación que no solo reduce costos, sino que también redefine los modelos de negocio. Este fenómeno se alinea con lo expuesto por McKinsey [15], quienes destacan que las empresas que

integran IA en sus procesos logran incrementos significativos en productividad y calidad de servicio. Asimismo, la implementación de herramientas como copilotos digitales y plataformas de procesamiento del lenguaje natural apunta a un cambio en la relación entre el capital humano y la tecnología. Lejos de sustituir al trabajador, estas herramientas complementan sus funciones, permitiendo una reasignación de tareas hacia actividades de mayor valor añadido. No obstante, como advierte el Foro Monetario Internacional [16], existe una amenaza real sobre ciertos segmentos laborales, lo cual obliga a considerar políticas proactivas de formación, reconversión y desarrollo de habilidades digitales.

Desde el punto de vista estructural, el despliegue efectivo de la IA requiere marcos sólidos de gobernanza de datos, infraestructura tecnológica resiliente y normas éticas que garanticen el uso justo y transparente de los algoritmos, desarrollando éstos de manera robusta y segura [17, 18]. El documento coincide con la literatura reciente [19] al subrayar la importancia de la confianza como pilar fundamental para la adopción tecnológica sostenible.

Finalmente, el análisis permite concluir que la inteligencia artificial no debe ser abordada únicamente como una herramienta técnica, sino como un componente crítico de la estrategia organizacional. La capacidad de las empresas para capitalizar sus beneficios dependerá no solo de su infraestructura, sino también de su cultura organizacional, su visión ética y su apertura a procesos de transformación estructural.

CONCLUSIONES

La inteligencia artificial (IA) se ha consolidado como una tecnología transformadora en múltiples sectores, destacando especialmente en el entorno empresarial. Su evolución, desde sistemas simbólicos rudimentarios hasta modelos de aprendizaje profundo altamente sofisticados, ha redefinido la manera en que las organizaciones gestionan sus operaciones, toman decisiones y se relacionan con sus clientes.

Esta transformación no solo ha permitido una automatización más eficiente de tareas repetitivas, sino también una optimización estratégica de procesos complejos como la gestión de cadenas de suministro, el análisis predictivo, el diseño de productos y la personalización de servicios. Las herramientas impulsadas por IA, como los copilotos inteligentes y los asistentes virtuales, han demostrado ser fundamentales para aumentar la productividad y fomentar la innovación en contextos corporativos altamente competitivos.

Sin embargo, junto con estas oportunidades emergen también importantes desafíos que deben ser abordados con responsabilidad. La implementación de sistemas de IA requiere de una infraestructura tecnológica robusta, una gobernanza clara del uso de los datos y un compromiso ético por parte de las empresas. Temas como la transparencia algorítmica, la equidad en los procesos automatizados, la protección de la privacidad y la prevención de sesgos son hoy en día elementos fundamentales del debate en torno a su regulación y desarrollo.

Asimismo, el impacto de la automatización sobre el empleo plantea la necesidad urgente de políticas públicas que fomenten la capacitación y la reconversión laboral, garantizando así una transición inclusiva hacia economías más digitalizadas.

En este contexto, resulta evidente que el verdadero potencial de la inteligencia artificial no radica únicamente en su capacidad técnica, sino en la manera en que es integrada de forma estratégica y ética en las organizaciones. Aquellas empresas que logren equilibrar la innovación tecnológica con valores humanos y criterios de sostenibilidad tendrán una ventaja competitiva significativa en el futuro. Por ello, la IA no debe entenderse como un fin en sí mismo, sino como un medio para transformar positivamente el entorno empresarial, mejorar la calidad de vida y contribuir a un desarrollo económico más inteligente, equitativo y resiliente.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] WEF (2024) Una breve historia de la IA en 10 momentos clave. Obtenida de <https://es.weforum.org/stories/2024/10/una-breve-historia-de-la-ia-en-10-momentos-clave/>
- [2] Kaplan A., Haenlein M., (2020). Rulers of the world, unite! The challenges and opportunities of artificial intelligence. *Business Horizons*. 2020;63(1):37-50. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2019.09.003>
- [3] Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press.
- [4] Krizhevsky. A. Sutskever, I. and Hinton, G. (2012). ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks. DOI: 10.1145/3065386
- [5] LeCun, Y., Bengio, Y. and Hinton G. (2015). Deep learning. *Nature*. 521(7553):436-444. <https://doi.org/10.1038/nature14539>

[6] Ruiz LGB, Pegalajar MC. Advances in Energy Efficiency through Neural-Network-Based Models. *Energies*. 2023;16(5):2258. <https://doi.org/10.3390/en16052258>

[7] McKinsey & Company. (2024). The state of AI in 2024: Generative AI's breakout year. Obtenido de <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-in-2024>

[8] Ahmed, A., Shaalan, K., Toral, S., Hifny, Y. (2021). A Multimodal Approach to Improve Performance Evaluation of Call Center Agent. *Sensors* 21(8):2720. <https://doi.org/10.3390/s21082720>

[9] Vorvoreanu, M. et al. (2025). New employee Copilot usage: Insights into productivity and socialization. Obtenido de: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2025/04/New-employee-Copilot-usage.pdf>

[10] Georgieva, K. (2024). AI Will Transform the Global Economy. Let's Make Sure It Benefits Humanity. Obtenido de: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2024/01/14/ai-will-transform-the-global-economy-lets-make-sure-it-benefits-humanity>

[11] Chountalas, P.T.; Chrysikopoulos, S.K.; Agoraki, K.K.; and Chatzifoti, N. (2025). Modeling Critical Success Factors for Green Energy Integration in Data Centers. *Sustainability* 2025, 17, 3543. <https://doi.org/10.3390/su17083543>

[12] Quiroz Vázquez, C., & Goodwin, M. (2024). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA) en los negocios? IBM. Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/artificial-intelligence-business>

[13] IBM (2025). IBM: La brecha en la supervisión de la IA. Obtenido de <https://www.ibm.com/mx-es/reports/data-breach>.

[14] Kim, M. (2023). Connecting artificial intelligence to value creation in services: mechanism and implications. *Serv Bus* 17, 851–878. <https://doi.org/10.1007/s11628-023-00547-7>

[15] McKinsey & Company. (2024). Harnessing the power of AI in distribution operations. Disponible en <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/distribution-blog/harnessing-the-power-of-ai-in-distribution-operations>

[16] Cazzaniga, M., Jaumotte, F., Li, L., Panton, A., Pizzinelli, C. et al. (2024). Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work. International

Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9798400262548.006>

[17] Maiti, M., Kayal, P., Vujko, (2025) A. A study on ethical implications of artificial intelligence adoption in business: challenges and best practices. *Futur Bus J* 11, 34. <https://doi.org/10.1186/s43093-025-00462-5>

[18] Barkins, S., Formosa, P., (2023). The Ethical Implications of Artificial Intelligence (AI) For Meaningful Work. *Journal of Business Ethics*. <https://doi.org/10.1007/s10551-023-05339-7>

[19] IBM Boinodiris P., Goehring B., Pribic M., Quinlan C. (2024) The enterprise guide to AI governance. Obtenido de: <https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/report/ai-governance>

PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LA ESCALA DE BIENESTAR SUBJETIVO DE RYFF EN UNA MUESTRA FRONTERIZA MEXICANA UNIVERSITARIA

Camacho-Valadez David¹, Yáñez-Camacho Pedro Enrique², Calderón-González Francisco Antonio², Ibáñez-Martínez Erick Vietnam³

¹Doctorado en Ciencias de la Salud Pública, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario

²Doctorado en Psicoterapia Humanista, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario

³Doctorado en psicología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario.

Resumen – Se trabajó la validación de la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff en población mexicana, siendo una primera adaptación en latinoamericana. La estrategia empleada para elaborar la validación fue centrarse en la evaluación de la estructura factorial, la confiabilidad y la validez de constructo de la escala, poniendo a prueba la versión de seis factores original de la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff en población mexicana. Se confirma la aplicabilidad, consistencia interna y validez de la escala en contextos académicos y culturales distintos al original, destacando la utilidad de instrumentos al adaptarse a 3 factores de los 6 factores originales, pero conservando la medida Lickert. Los hallazgos de este estudio pueden guiar la creación de intervenciones específicas que promuevan el bienestar integral en estudiantes universitarios al igual que programas enfocados en fortalecer la autonomía y fomentar habilidades para construir relaciones positivas las cuales pueden complementar iniciativas orientadas a mejorar la capacidad de adaptación psicológica.

Palabras Clave: Bienestar, Subjetividad, Estudiantes, Psicometría, Validación.

Abstract – This study validated Ryff's Subjective Well-being Scale in a Mexican population, representing its first adaptation in Latin America. The validation strategy focused on evaluating the scale's factor structure, reliability, and construct validity. The original six-factor version of Ryff's Subjective Well-being Scale was tested on a Mexican population. The scale's applicability, internal consistency, and validity were confirmed in academic and cultural contexts different from the original. The study highlighted the instrument's usefulness when adapted to three of the original six factors, while retaining the Likert scale. The findings of this study can guide the development of specific interventions that promote holistic well-being in university students, as well as programs focused on strengthening autonomy and fostering skills for building positive relationships. These programs can

complement initiatives aimed at improving psychological adaptability.

Keywords: Well-being, Subjectivity, Students, Psychometrics, Validation.

INTRODUCCIÓN

El término bienestar se refiere a la búsqueda de una medición respecto a la prosperidad de las personas, la cual, en su decremento, está relacionada con factores que comprometen la salud como lo es el agotamiento crónico, siendo también un término empleado en ciencias de la salud al hablar del confort que puede o no sentir una persona bajo condiciones neutrales o con poco peligro [1].

En países Latinoamericanos, las instituciones de educación superior enfrentan diversos desafíos relacionados con la salud mental y emocional de los estudiantes ya que se ha presentado un aumento en estados de ansiedad, depresión y otras conductas y formas de pensar relacionados con trastornos mentales, mermando el bienestar psicológico y por ende su calidad de vida y académica [2]. De hecho, datos de la OMSS [3,4], indican que cerca del 15% de los jóvenes en edades universitarias enfrentan problemas de salud mental, de igual manera. Para el caso de México, se han reportado niveles entre medio y bajo de bienestar psicológico, relacionándolo con bajas en el funcionamiento cognitivo, físico y en dificultades en la interacción de las personas [5,6,7,8].

En la búsqueda de medir el bienestar, se ha usado en algunos estudios mexicanos la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff [9] la cual consta de seis dimensiones: *las relaciones positivas, la autoaceptación, crecimiento personal, propósito de vida, y el dominio del entorno* desde la versión adaptada al español por Díaz y colaboradores [10]. Casi una década después, Valenzuela-Medina [11] aludió que la versión española de la escala e Ryff [12] no es

considerada como un modelo de medición apropiado por sus constructos, proponiendo una clasificación de solo dos dimensiones las cuales fueron *Crecimiento Personal* y *Autoaceptación*; esta versión contenía 15 reactivos.

DESARROLLO

Hemos puesto a prueba la versión de seis factores original de la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff [9], aplicándola en un contexto al norte de México, en concreto en el estado de Chihuahua, para verificar su efectividad, mediante una base de estudio no experimental y transversal, centrado en la evaluación de la estructura factorial, la confiabilidad y la validez de constructo de la escala. Para esto primero iniciamos aplicando un breve sondeo sobre el estado de salud en el que se encontraban los participantes, de esta forma prever algún incidente relacionado a una alteración fisiológica o a un efecto es favorable si la persona se siente bajo estrés elevado, luego se aplicaron las cartas de consentimiento informado, detallando los componentes del trabajo, la metodología con la que se llevó a cabo el estudio y sobre todo, lo respectivo a la confidencialidad y a la nula posibilidad de lesión al participar. Posterior a la aplicación se capturó la información en una base del programa Excel y posteriormente se procesaron los análisis con los programas SPSS y AMOS v23.

Muestra

La muestra se conformó de un total de $N=831$ estudiantes divididos en $n=421$ para el análisis factorial exploratorio (AFE) (34.4% hombres y 65.6% mujeres) con edades de 18 a 38 años ($m=20.30$ $ds=4.62$) y para el confirmatorio (AFC) una muestra de $n=410$ estudiantes (40.5% hombres y 59.5% mujeres) con varianzas y medias similares en edad. Los criterios de inclusión fueron estudiantes universitarios con matrícula activa del primer semestre y disposición para participar voluntariamente.

Criterios de selección y exclusión

El primer criterio de selección fue la carta de consentimiento informado, ya que si no se contaba con este permiso, el participante no podía ser incluido en el estudio. También se solicitó la mayoría edad, sexo indistinto, grado escolar indistinto, nivel socioeconómico indistinto, pero si se tomó en cuenta que los participantes fueran estudiantes de pregrado, sin importar la carrera que estudie. No se consideraron personas que no fueran estudiantes de pregrado o no matriculados, personas bajo un régimen médico o

nutriológico estricto o el haber vivido un evento estresante elevado en los últimos seis meses.

Instrumento

Se evaluó Escala de Bienestar Subjetivo de [9], adaptada al contexto mexicano la cual constó de 39 ítems distribuidos en seis constructos: *Autoaceptación* (ítems 1,7,13,19,25 y 31), *Relaciones Positivas* (ítems 2,8,14,20,26 y 32), *Autonomía* (ítem 3,4,9,10,15,21,27 y 33), *Dominio del Entorno* (ítem 5,11,16,22,28 y39), *Crecimiento Personal* (ítem 24,30,34,35,36,37 y 38) y *Propósito de Vida* (ítem 6,12,17,18,23 y 29) la cual se responde mediante una escala Likert de 5 niveles que van ese 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo).

Consideraciones éticas

Es importante mencionar que los participantes fueron informados y pudieron retirarse en cualquier momento el estudio, que pueden retirarse del estudio en el momento que así lo requieran, no siendo el caso para ningún participante de este trabajo. Es importante mencionar que los datos obtenidos son totalmente confidenciales y que su uso se limita a fines académicos y estadísticos. Igualmente recordar el mínimo riesgo que conllevó esta aplicación.

Análisis estadísticos

El enfoque cuantitativo permitió evaluar las dimensiones de Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff [9] a través de la validación de la estructura factorial (análisis factorial exploratorio y confirmatorio), la confiabilidad (alfa de Cronbach), consistencia (KMO y Prueba de esfericidad de Barlett), validez de la escala y la elaboración de percentiles. Igualmente, se realizó un análisis preliminar, donde se obtuvieron las características demográficas y la distribución de las respuestas para identificar valores atípicos y verificar la normalidad.

Estadísticos Descriptivos

Para los análisis descriptivos totales de la Escala se utilizó una muestra compuesta de 831 estudiantes universitarios las cuales el 37.5% corresponde a hombres ($n= 311$) y el 62.5% corresponde a mujeres ($n= 520$), las edades fluctuaron de los 18 a los 38 años con una media de 20.20 y desviación estándar de 5.16.

Confiabilidad

En términos generales la Escala de Bienestar Subjetivo es una herramienta válida y confiable para la población

universitaria mexicana ya que presenta un Alfa de Cronbach adecuado ($\alpha=.788$) y muestra correlaciones catalogadas como fuertes, significativas y positivas con el factor 1 llamado Adaptación Psicológica ($r=.803^{**}$, $p < .05$, $\alpha=.847$), el factor 2 Autonomía ($r=.613^{**}$, $p < .05$, $\alpha=.0715$) y el factor 3 Relaciones Positivas ($r=.557^{**}$, $p < .05$, $\alpha=.666$).

Prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Se realizó la prueba Keiser-Meyer-Olkins para verificar que el muestreo fuese adecuado para el posterior análisis del Análisis Factorial Confirmatorio de los ítems de la Escala de Bienestar Subjetivo y se encontraron niveles óptimos ($KMO=.832$).

Prueba de esfericidad de Barlett

Sumado a lo anterior se realizó el estadístico de Esfericidad de Barlett dentro del cual se encontró un valor de $p < 0.05$ con un chi cuadrado de 1537.58 con 91 grados de libertad ($\chi^2=1537.58$, $p < 0.05$, $gl=91$) Esto implica que las correlaciones entre las variables son suficientes para realizar los análisis.

Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

Se realizó utilizando el método de factorización por máxima verosimilitud con rotación Oblimin Directa, considerando ítems con cargas factoriales ≥ 0.40 . El AFE se llevó a cabo a través del programa estadístico SPSS v25 con una muestra de 421 estudiantes universitarios de los cuales el 34.4% corresponde a hombres ($n=145$) y el 65.6% corresponde a mujeres ($n=276$), las edades fluctuaron de los 18 a los 38 años con una media de 20.30 y desviación estándar de 4.62. El procedimiento de extracción se realizó a través de la extracción por factorización de máxima verosimilitud en la cual se analizó la matriz de patrón mostrando una solución factorial sin rotar y los gráficos de sedimentación.

Por último, se corrió un método de rotación Oblimin Directo con un máximo de iteraciones para la convergencia igual a cien con el cual se mostró el gráfico de saturación. De acuerdo con los resultados obtenidos, el gráfico de sedimentación y la varianza total explicada identifican 3 factores dentro del cual el primer factor explica 28.09% de la varianza, el segundo factor el 16.25% y el tercer factor el 8.81%.

Como criterio de eliminación de ítems se seleccionaron a aquellos que tuvieran una carga factorial menor a .40 y que a su vez compartieran una carga factorial menor a .2 (ítems eliminados: 2, 3, 5, 7, 10, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 39).

Dentro de la Figura número 2, se puede observar que el Análisis Factorial Confirmatorio arrojó tres factores con los cuales se compone la Escala de Bienestar Subjetivo, el factor 1 denominado Adaptación Psicológica está compuesto de los ítems 1, 6, 11, 12, 16, 28, 32, 38. El factor número 2 de nombre Autonomía está compuesto por los ítems 4, 9 y 33. Por último el factor 3 está compuesto por los ítems 8, 20 y 26, este factor tiene el nombre de Relaciones Positivas.

Tabla 1. Cargas factoriales e ítems correspondientes después del análisis exploratorio. Elaboración propia

Ítems	F 1	F 2	F 3
1. Cuando repaso la historia de mi vida estoy contento con cómo han resultado las cosas.	.496		
6. Disfruto haciendo planes para el futuro y trabajar para hacerlos realidad.	.673		
11. He sido capaz de construir un hogar y un modo de vida a mi gusto.	.583		
12. Soy una persona activa al realizar los proyectos que propuse para mí mismo.	.794		
16. En general, siento que soy responsable de la situación en la que vivo.	.460		
28. Soy bastante bueno manejando muchas de mis responsabilidades en la vida diaria.	.698		
32. Sé que puedo confiar en mis amigos, y ellos saben que pueden confiar en mí.	.535		
38. Para mí, la vida ha sido un proceso continuo de estudio, cambio y crecimiento.	.682		
4. Me preocupa cómo otra gente evalúa las elecciones que he hecho en mi vida		.705	
9. Tiendo a preocuparme sobre lo que otra gente piensa de mí		.758	
33. A menudo cambio mis decisiones si mis amigos o mi familia están en desacuerdo.		.492	
8. No tengo muchas personas que quieran escucharme cuando necesito hablar.			.668
26. No he experimentado muchas relaciones cercanas y de confianza.			.628
20. Me parece que la mayor parte de las personas tienen más amigos que yo.			.475

Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)

Se utilizó un modelo de ecuaciones estructurales mediante AMOS v23 para evaluar el ajuste del modelo factorial teórico. Los indicadores evaluados incluyeron χ^2/gl (≤ 3), CFI (≥ 0.90), TLI (≥ 0.90) y RMSEA (≤ 0.08). Para el AFC, se utilizó un modelo de Ecuaciones Estructurales con el programa AMOS Graphic en su versión 23, se utilizó una muestra compuesta de 410 estudiantes universitarios las cuales el 40.5% corresponde a hombres ($n=166$) y el 59.5% corresponde a mujeres ($n=244$), las edades fluctuaron de los 18 a los 38 años con una media de 20.00 y desviación estándar de 3.66.

El AFC reveló que se confirma la estructura de tres factores ya que el estadístico de Chi-Cuadrado entre Grados de Libertad (CMIN/DF) es menor a 3, ya que según Kline [16] indicaría un ajuste aceptable al

modelo teorizado (CMIN/DF=2.48), sumado a lo anterior el índice de Bondad y Ajuste y el Ajuste Ajustado (GFI y AGFI respectivamente) son superiores a .90 indicando ajustes satisfactorios (GFI=.938, AGFI=.912) según Hooper, Coughlan y Mullen [13]. Sumado a lo anterior el Índice de Ajuste Comparativo (CFI) y el Índice de Tucker-Lewis (TLI) superan el umbral sugerido por Bentler [14] para ser considerados como modelos bien ajustados a los datos (CFI=.938 y TLI=.923).

De igual manera, el índice de Bondad de Ajuste Parcial (PGFI) consideró el modelo parsimonioso, ya que, aunque no existe un umbral específico, de acuerdo con Mulaik [15] son preferibles puntuaciones altas, por lo cual, en este caso es considerado aceptable (PGFI=.661). En cuanto al Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA) el cual evalúa la discrepancia por los grados de libertad del modelo, se encontró que sus valores fueron considerados razonables (RMSEA=.060).

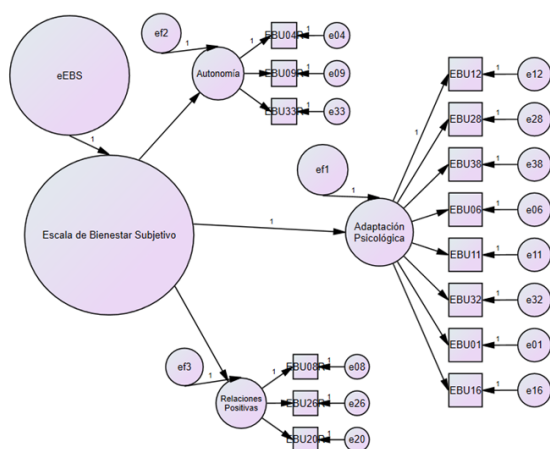


Figura 1. Cargas Factoriales de Análisis Factorial Confirmatorio de 3 Factores

Comparación de Bienestar y sus Factores por Sexo

Se realizó un análisis de prueba T para la comparación de medias para muestras independientes al total de estudiantes universitarios N=831 en donde se encontró que del total de Bienestar Subjetivo tanto hombres (m= 59.55) como mujeres (m= 59.61) no muestran diferencias significativas en la comparación de sus medias, tampoco se encuentran diferencias significativas en Adaptación Total entre hombres (m= 35.84) y mujeres (m= 36.44), ni en las medias de las Relaciones Positivas de hombres (m= 11.03) y mujeres (11.30), sin embargo, en el factor Autonomía, los hombres (m= 12.68, p=.002) perciben significativamente más la variable que las mujeres (m=

11.89), aunque la magnitud de la diferencia es moderada (diferencia de .788).

Elaboración de percentiles

La Escala de Bienestar Subjetivo muestra en su totalidad una media de m=59.59, con una desviación estándar d=10.267 y una varianza de v=105.42, en cuanto a sus percentiles son P25= 52, P50= 59, P75= 67. En el factor de Adaptación Psicológica se encontró una media de m=36.19, con una desviación estándar d=7.39 y una varianza v=54.71, en cuanto a sus percentiles P25= 33, P50= 37 y P75= 41; El factor de Autonomía presenta una media de m=12.19, desviación estándar de d=3.72 y una varianza v= 13.90, en cuanto a sus percentiles se presentaron los siguientes datos P25= 9, P50= 12 y P75= 15; dentro del factor denominado Relaciones Positivas se encontró que la media fue de 11.20 con una d= 3.67 y una varianza igual a 13.47, en cuanto a sus percentiles se encontraron los siguientes datos P25= 9, P50= 11 y P75= 14.

Todo lo anterior nos refiere que el factor de Adaptación Psicológica es el constructo cuyo mayor peso tiene de la escala total, sugiriendo que es un componente clave para la medición del bienestar subjetivo, así mismo los puntajes del factor Autonomía son más bajos infiriendo que podría ser un área de mejora para la definición del Bienestar, por último, el factor Relaciones Positivas muestra puntajes moderados lo cual significa que estas variables influyen en la percepción del Bienestar Subjetivo.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

La adaptación y validación de la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff en una muestra de estudiantes universitarios mexicanos proporciona un importante aporte a la medición del bienestar en esta población específica. El estudio, al identificar tres factores principales a diferencia de la escala original la cual estaba compuesta por seis factores, de los cuales en este caso sólo se tomaron los siguientes: Adaptación Psicológica, Autonomía y Relaciones Positivas, y de acuerdo con los resultados se reafirma la multidimensionalidad del concepto de bienestar subjetivo [9].

El análisis factorial exploratorio y confirmatorio valida la estructura trifactorial de la escala, con indicadores estadísticos sólidos como el índice de ajuste comparativo (CFI = 0.938) y el índice de Tucker-Lewis (TLI = 0.923), que cumplen con los estándares internacionales para modelos teóricos bien ajustados (16). Estos resultados confirman la aplicabilidad de la escala en contextos académicos y culturales distintos al

original, destacando la utilidad de instrumentos adaptados para evaluar factores psicológicos en contextos específicos [13].

Sumado a lo anterior el mayor peso del factor Adaptación Psicológica, identificado como clave para la medición del bienestar subjetivo, resalta la importancia de este constructo en la percepción del bienestar general. Estudios previos han destacado que una alta capacidad de adaptación psicológica está asociada con niveles reducidos de estrés y mayor satisfacción con la vida, lo que respalda estos hallazgos [17].

Por otro lado, las diferencias significativas en el factor Autonomía entre hombres y mujeres sugieren que los roles de género pueden influir en cómo los individuos perciben su capacidad de autodeterminación. Este hallazgo coincide con investigaciones que indican que las mujeres pueden enfrentar mayores barreras culturales y sociales para desarrollar autonomía plena, lo cual podría ser un área que considerar en programas de intervención [18].

Sin embargo, la ausencia de diferencias significativas en los puntajes generales de bienestar subjetivo y en los factores de Adaptación Psicológica y Relaciones Positivas entre hombres y mujeres son indicios de una percepción similar del bienestar en ambos géneros [17, 19, 20]. Este resultado es consistente con estudios similares que mencionan que, aunque existen diferencias en dimensiones específicas, el bienestar subjetivo general tiende a ser comparable entre géneros [12].

CONCLUSIONES

La validación de la Escala de Bienestar Subjetivo de Ryff [9, 12] en una muestra de estudiantes mexicanos confirma su validez y fiabilidad como herramienta de evaluación, con un alfa de Cronbach general ($\alpha = 0.788$) que demuestra consistencia interna adecuada. Este instrumento representa un recurso valioso para identificar y abordar áreas específicas del bienestar subjetivo en poblaciones universitarias y servirían también como herramienta para intervenir en distintos procesos de la vida académica y/o universitaria. Sumado a lo anterior, la American Educational Research Association, American Psychological Association, y National Council on Measurement in Education [21] hacen referencia a que las escalas psicológicas deban actualizarse periódicamente para garantizar su validez y confiabilidad ante contextos tan dinámicos ya que la evolución de la sociedad y las culturas pueden influir las respuestas de cada individuo de acuerdo con el ítem.

A nivel práctico, los hallazgos de este estudio pueden guiar la creación de intervenciones específicas que promuevan el bienestar integral en estudiantes universitarios al igual que programas enfocados en fortalecer la autonomía y fomentar habilidades para construir relaciones positivas las cuales pueden complementar iniciativas orientadas a mejorar la capacidad de adaptación psicológica. Además, la identificación de diferencias de género en la percepción de la autonomía subraya la necesidad de diseñar estrategias de intervención sensibles a estas dinámicas. Por último, futuras investigaciones podrían ampliar esta validación a diferentes grupos y contextos culturales para evaluar la generalización de estos resultados. Asimismo, integrar métodos longitudinales permitiría explorar cómo evolucionan los factores del bienestar subjetivo a lo largo del tiempo en esta población.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de la dirección de Bienestar Universitario y al personal de los Centros de Bienestar Universitario de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Simons G, Baldwin D. A critical review of the definition of 'wellbeing' for doctors and their patients in a post Covid-19 era. *International Journal of Social Psychiatry*, 2021;67(8), 984-991.
<https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/00207640211032259>
- [2] Vergara-Darré M. Trastornos mentales y bajos niveles de bienestar psicológico en estudiantes universitarios. *Revista científica ciencias de la salud*, 2023; 5, 14.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=749878862014>
- [3] Organización Mundial de la Salud. La OMS destaca la necesidad urgente de transformar la salud mental y la atención de la salud mental. 2022. Recuperado de <https://www.who.int/es/news/item/17-06-2022-who-highlights-urgent-need-to-transform-mental-health-and-mental-health-care>
- [4] Vences K, Márquez J, Cardoso D. Bienestar psicológico en estudiantes universitarios de nuevo ingreso. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 2023; 13(26).
<https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1385>
- [5] Contreras M, De León A, Martínez E, Peña E, Marques L, Gallegos, J. Psychopathological Symptoms

and Psychological Wellbeing in Mexican Undergraduate Students. *International Journal of Social Science Studies*. 2017; 5(6), 30-35. <https://doi.org/10.11114/ijsss.v5i6.2287>

[6] Viramontes D, Ávila M, Lara M, Jiménez M, Martell J. Bienestar psicológico y noviazgo en universitarios del estado de Zacatecas. *Perspectivas Sociales*. 2017; 2(1), 37-51. <https://perspectivassociales.uanl.mx/index.php/pers/article/view/37>

[7] Cardoso D, Garduño Y, Pérez M. Bienestar psicológico y su influencia en el rendimiento académico en estudiantes de administración. *Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional*. 2020; 8(4), 1-11. <https://www.eumed.net/rev/rilco/08/bienestar-psicologico.html>

[8] Delgado C, Rodríguez A, Córdoba R, Vázquez F. Bienestar psicológico en médicos residentes de una universidad pública en México. *Universitas Medica*. 2020; 6(12), 1-9. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed61-2.bpsi>

[9] Ryff C. Happiness is everything, or is it? Explorations on the meaning of psychological well-being. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1989; 57(6), 1069-1081. <https://psycnet.apa.org/record/1990-12288-001>

[10] Díaz D, Rodríguez-Carvajal R, Blanco A, Moreno-Jiménez B, Gallardo I, Valle C, van Dierendonck D. Adaptación española de las escalas de bienestar psicológico de Ryff. *Psicothema*. 2006; 18(3), 572-577. <http://www.psicothema.com/psicothema.asp?id=3255>

[11] Valenzuela J. Bienestar psicológico en una muestra de estudiantes universitarios mexicanos. *Psicumex*. 2015; 5(2), 4-19. <https://doi.org/10.36793/psicumex.v5i2.278>

[12] Ryff C, Keyes C. The structure of psychological well-being revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*. 1995; 69(4), 719-727. <https://psycnet.apa.org/record/1996-08070-001>

[13] Hooper D, Coughlan J, Mullen, M. Structural equation modelling: Guidelines for determining model fit. *Electronic Journal of Business Research Methods*. 2008; 6(1), 53-60. <https://academicpublishing.org/index.php/ejbrm/article/view/1224>

[14] Bentler P. Comparative fit indexes in structural models. *Psychological Bulletin*. 1990; 107(2), 238-246. <https://psycnet.apa.org/record/1990-13755-001>

[15] Mulaik S, James L, Van Alstine, J, Bennett N, Lind S, Stilwell C. Evaluation of goodness-of-fit indices for structural equation models. *Psychological Bulletin*. 1989. 105(3), 430-445. <https://psycnet.apa.org/record/1989-28179-001>

[16] Kline R. Principles and practice of structural equation modeling (3rd ed.). Guilford Press. 2011. <https://psycnet.apa.org/record/2010-18801-000>

[17] Diener E, Lucas R, Oishi S. Advances and open questions in the science of subjective well-being. *Collabra: Psychology*. 2018; 4(1), 15. <https://online.ucpress.edu/collabra/article/4/1/15/112974/Advances-and-Open-Questions-in-the-Science-of>

[18] Deci E, Ryan R. The "what" and "why" of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*. 2000; 11(4), 227-268. <https://psycnet.apa.org/record/2001-03012-001>

[19] Steel P, Schmidt J, Shultz J. Refining the relationship between personality and subjective well-being. *Psychological Bulletin*. 2008. 134(1), 138-161. <https://psycnet.apa.org/record/2007-19419-006>

[20] Nolen S, Aldao A. Gender and emotion in the context of psychopathology. *Depression and Anxiety*. 2011; 28(4), 1-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22035243/>

[21] American Educational Research Association, American Psychological Association, & National Council on Measurement in Education. Estándares para pruebas educativas y psicológicas (M. Lieve, Trans.). Washington, DC: American Educational Research Association. (Original work published 2014). 2018. https://www.testingstandards.net/uploads/7/6/6/4/76643089/9780935302745_web.pdf

PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DE LA ESCALA DE ESPERANZA ACADÉMICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS MEXICANOS

Ibáñez-Martínez Erick Vietnam¹, Calderón-González Francisco Antonio², Yáñez-Camacho Pedro Enrique², Camacho-Valadez David³

¹Doctorado en psicología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario

²Doctorado en Psicoterapia Humanista, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario

³Doctorado en Ciencias de la Salud Pública, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Departamento de psicología, Dirección general de bienestar universitario.

Resumen -- La finalidad de este estudio tuvo como objetivo adaptar y validar la Escala de Esperanza Académica para estudiantes mexicanos de educación superior. Se realizó un análisis psicométrico con una muestra no probabilística de 655 estudiantes universitarios en Chihuahua, México, divididos en dos submuestras para el Análisis Factorial Exploratorio (AFE; $n = 333$) y Confirmatorio (AFC; $n = 322$). De la escala original compuesta por 27 ítems y cuatro factores se obtuvieron los siguientes resultados: total de la escala una confiabilidad (Escala de Esperanza Académica) $\alpha = .761$ (reconstruida con un total de 13 ítems), el factor uno (Esperanza de Obtener Oportunidades) con un $\alpha = .815$, el segundo factor (Esperanza de Adquirir Habilidades para la Vida) $\alpha = .820$. Por último, el tercer factor (Esperanza en la Utilidad de la Escuela) contiene un $\alpha = .738$. Los índices de adecuación muestral ($KMO = .811$) y ajuste del modelo ($RMSEA = 0.070$, $CFI = 0.930$) respaldaron la validez y confiabilidad del instrumento. Los resultados evidencian que la escala adaptada es un instrumento válido y confiable para evaluar esperanza académica en universitarios dentro del territorio mexicano, considerando sus particularidades culturales y socioeducativas.

Palabras Clave: Esperanza Académica, Bienestar Universitario, Salud Mental, Psicometría, Estudiantes.

Abstract -- The purpose of this study was to adapt and validate the Academic Hope Scale for Mexican higher education students. A psychometric analysis was conducted with a non-probability sample of 655 university students in Chihuahua, Mexico, divided into two subsamples for Exploratory Factor Analysis (EFA; $n = 333$) and Confirmatory Factor Analysis (CFA; $n = 322$). The following results were obtained from the original scale, composed of 27 items and four factors: the overall scale reliability (Academic Hope Scale) was $\alpha = .761$ (reconstructed with a total of 13 items); the first factor (Hope for Opportunities) was $\alpha = .815$; and the second factor (Hope for Acquiring Life Skills) was

$\alpha = .820$. Finally, the third factor (Hope for the Usefulness of School) had an $\alpha = .738$. The sampling adequacy ($KMO = .811$) and model fit ($RMSEA = 0.070$, $CFI = 0.930$) indices supported the instrument's validity and reliability. The results show that the adapted scale is a valid and reliable instrument for assessing academic hope among university students in Mexico, considering their cultural and socio-educational characteristics.

Keywords: Academic Hope, University Well-being, Mental Health, Psychometrics, Students.

INTRODUCCIÓN

Autores como Camacho-Valadez y colaboradores [1], han señalado que la resiliencia y la esperanza son factores fundamentales para alcanzar metas personales, aumentar el bienestar y la felicidad de un individuo, así como a través de la adaptación sobrepasar situaciones adversas ante un entorno agresivo. De hecho, con respecto a la esperanza, Gottron y colaboradores [2] indagaron que, en entornos académicos, esta actúa como factor mediador entre las experiencias adversas en la infancia y la resiliencia académica, sugiriendo que fomentar la esperanza puede ser un factor importante para superar eventos traumáticos del pasado y mejorar el rendimiento académico. Sin embargo, la resiliencia y la esperanza específicamente académicas son factores que benefician el desarrollo profesional y escolar del estudiante a través de diferentes actividades o relaciones.

Y es que si bien, la esperanza general y la esperanza académica son líneas de trabajo paralelas, esta última tiene un mayor impacto explicativo sobre el rendimiento académico y la fijación de metas a la esperanza general, sugiriendo que fomentar la esperanza académica puede tener un impacto significativo en el desempeño de los estudiantes [3]. De igual manera, Frisby y colaboradores [4] mencionan que la comunicación y fortalecimiento de las relaciones

interpersonales entre el estudiante, docentes y compañeros de clases incrementan los niveles individuales de esperanza y resiliencia académica para que de esta manera los estudiantes puedan enfrentar desafíos académicos. También se ha relacionado

Al respecto, Ibáñez-Martínez [5] alude a la importancia de fomentar los atributos positivos de apoyo dentro del aula, planteando que la dinámica escolar pudiera tomarse como una representación a menor escala de lo que la sociedad representa. Por otro lado, en una muestra de estudiantes universitarios Samoy y colaboradores [6] encontraron que la esperanza explica con un 38% de la varianza la resiliencia académica a diferencia de un 14% el apoyo social y que en el caso de la resiliencia quienes mostraron mayor nivel fueron las mujeres.

DESARROLLO

Se aplicaron 655 encuestas a una muestra de estudiantes universitarios activos de diferentes institutos en una universidad fronteriza al norte de México en el estado de Chihuahua, el muestreo fue no probabilístico y de conveniencia. En cuanto a los participantes el 36.7% fueron hombres ($n=244$) y el 63.3% fue constituido por mujeres ($n=421$), ambos residentes de Ciudad Juárez, Chihuahua en México, el rango de edad fue de 18 a 35 años ($m=21.60$) y desviación Estándar=3.74 y varianza=14.03, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Criterios de selección

El primer criterio de selección fue atreves de la carta de consentimiento informado, ya que si no se contaba con esté permiso, el participante no podía ser incluido en el estudio. Igualmente se requería ser mayor de edad en edades de 18-35 años, sexo indistinto, grado escolar indistinto, nivel socioeconómico indistinto y ser estudiante de pregrado, sin importar la carrera que estudie.

Criterios de exclusión

No se consideraron personas que no fueran estudiantes de pregrado o no matriculados, ser menor de edad, que el/la candidata padeciera de alguna enfermedad, el estar medicado y no tener un uso constante de su medicamento o el padecer de alguna enfermedad mental o un evento estresante considerable en los últimos seis meses.

Criterios de eliminación

Un participante podía salir del estudio en el momento en que este lo deseara, en esos casos se anulaba por completo la información por quedar comprometida o incompleta. Igualmente, se eliminaron casos donde la información de la prueba aplicado no tuviera sus ítems en totalidad o se pasaran los límites de edad establecidos. La mayoría de los participantes correspondieron a niveles intermedios de la carrera estudiada, no obstante, al final se eliminaron participantes que estudiaran en los primeros dos semestres de su carrera universitaria ya que se consideró que no podían tener un criterio amplio sobre su percepción universitaria, debido a que solo han estado un año en la institución.

Instrumento

El instrumento que se validó para la población mexicana fue la Escala de Esperanza Académica para estudiantes (AcHS) de Khormaei y colaboradores [7]. La cual es una escala de tipo Likert de 27 ítems, originalmente mide esperanza académica ($\alpha=.90$), en cuatro factores principales los cuales son: Esperanza en obtener oportunidades ($\alpha=.83$), Esperanza de adquirir habilidades para la vida ($\alpha=.84$), Esperanza en la utilidad de la escuela ($\alpha=.78$), y Esperanza de desarrollar competencias($\alpha=.79$).

Procedimiento

Se realizó una validación por jueces a través de cinco expertos del área del desarrollo académico los cuales ayudaron a traducir los ítems de la herramienta de la escala original los cuales se encontraban en inglés, cabe destacar que de acuerdo con los especialistas no se eliminaron los ítems y todos correspondían a la categoría original de la escala, sin embargo, hubo algunos que se adaptaron para el entendimiento de la población en general.

Consideraciones éticas

Anterior a la aplicación del instrumento, se realizó un consentimiento informado donde se detallaba la naturaleza e implicación de participar en este estudio donde se especifican las implicaciones (nulas) de daño por participar en este estudio. Igualmente se mencionan los detalles de aplicación y dudas que pudieran surgir durante el proceso, igualmente comentar a los participantes que pueden retirarse del estudio en el momento que así lo requieran. Finalmente, hay que reiterar que los datos obtenidos son totalmente confidenciales y que su uso se limita a fines académicos y estadísticos.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis estadísticos

La muestra se dividió en dos grupos de manera aleatoria: uno de 333 participantes para el análisis factorial exploratorio (AFE) y otro de 322 participantes para el análisis factorial confirmatorio (AFC). Y se utilizaron preguntas sociodemográficas para un análisis más profundo con preguntas como: sexo, género, edad, estado civil, sector en el que vive, ocupación, máximo grado de estudios, dependientes económicos, religión, personas con quien vive, antecedentes penales, uso de drogas e ingreso mensual.

Prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Esfericidad de Barlett

Se realizó un análisis factorial exploratorio a través del programa estadístico SPSS en su versión 25, con una muestra de 333 participantes se realizó la prueba de Keiser-Meyer-Olkins para verificar que el muestreo fuese el adecuado para realizar el AFC de los 27 ítems de la Escala de Esperanza Académica para Estudiantes y se consideró que está en niveles óptimos ($KMO=.811$). De igual manera se realizó el estadístico de Esfericidad de Barlett dentro del cual se encontró un valor de p menor a .05 y un chi cuadrado de 1564.89 con 91 grados de libertad ($\chi^2=1564.89$, $p < 0.05$, $gl=91$) indicando que las correlaciones entre las variables son lo suficientemente grandes para realizar el análisis.

Sumado a lo anterior se realizó el método de extracción por máxima verosimilitud, dentro de ella analizó la matriz de patrón en la cual se mostró la solución factorial sin rotar y los gráficos de sedimentación. Por último, se utilizó un método de rotación Oblimin Directo con un máximo de iteraciones para la convergencia igual a cincuenta en donde se mostraron los gráficos de saturación.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la varianza total explicada se puede identificar en tres factores principales en donde el 27.85% de la varianza es explicada por el factor 1, el 17.68% por el factor 2 y el, el 11.45% es explicada por el tercer factor.

Análisis Factorial Exploratorio (AFE)

Una vez que se eliminaran los ítems que tenían una carga factorial menor a .40 y aquellos que compartieran una carga factorial igual o menor a .2, (ítems eliminados: 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20 y 26). Se observa en la Tabla 1 que el AFE arrojó una escala de tres factores eliminando el factor Esperanza

de Desarrollar Competencias. El primer factor consta de cinco ítems (17, 19, 22, 23 y 25) los cuales se pueden agrupar al factor de Esperanza de Obtener Oportunidades. El segundo factor el cual corresponde a Esperanza de Adquirir Habilidades para la Vida, la cual está compuesto por cuatro ítems (1, 2, 3 y 4). Por último, el tercer factor incluye cinco ítems (9, 21, 24 y 27) y pertenece al factor Esperanza de la Utilidad de la Escuela quedando un total de 13 ítems.

Tabla 1. Resultados obtenidos del Análisis Factorial Exploratorio en la Matriz de Patrón por factor e ítems y sus cargas factoriales. N = 655. Elaboración propia

Ítem	F1. Esperanza de Obtener Oportunidades	F2. Esperanza de Adquirir Habilidades para la Vida	F3. Esperanza de la Utilidad de la Escuela
17	.733		
19	.693		
22	.710		
23	.767		
25	.803		
1		.887	
2		.909	
3		.653	
4		.696	
9			.661
21			.784
24			.838
27			.644

Análisis Factorial Confirmatorio (AFC)

Para el AFC se utilizó una muestra de 322 participantes, hombres y mujeres estudiantes universitarios de Ciudad Juárez. La estructura factorial se verificó por medio del modelado de ecuaciones estructurales utilizando el programa AMOS en su versión 21. Utilizando el método de estimación de máxima verosimilitud. Los resultados obtenidos indican que el modelo presenta un ajuste adecuado a los datos, como se muestra a continuación.

De igual manera, el estadístico chi-cuadrado fue significativo ($\chi^2 = 162.913$, $gl = 62$, $p < .001$), lo cual es esperado dada la sensibilidad de esta prueba al tamaño muestral. No obstante, el índice de razón chi-cuadrado/gl fue de 2.62, ubicándose dentro del rango aceptable (valores entre 1 y 3), lo que sugiere un ajuste adecuado del modelo [8]. Los índices de ajuste absoluto mostraron valores satisfactorios: $RMR = .068$, $GFI = .926$ y $AGFI = .892$, todos ellos cercanos o por encima del umbral recomendado de .90, lo que indica un buen

ajuste del modelo a los datos observados. En cuanto a los índices de ajuste incremental, se observaron valores elevados: NFI = .893, RFI = .865, IFI = .931, TLI = .912 y CFI = .930. Todos estos índices superan el criterio cercano a .90 [9], y en varios casos incluso el de .93, lo cual es indicativo de un excelente ajuste relativo frente al modelo nulo (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis Factorial Confirmatorio. N = 655.
Elaboración propia

Chi-cuadrado y CMIN/DF			
Índice	Valor	Criterio	Interpretación
Chi-cuadrado (CMIN)	162.913		P<.001
Índice de ajuste absoluto			
RMR	0.068	<0.08 (menor a .08)	Bueno
GFI	0.926	>0.85	Aceptable
AGFI	0.892	>0.85 (mayor a .80)	Bueno
Índices incrementales			
NFI	0.893	>0.80	Aceptable
TLI	0.912		Aceptable
CFI	0.930		Aceptable
RMSEA	0.896	Cercano a .90	Bueno
RMSEA			
RMSEA	0.070	(0.05-0.08)	Ajuste razonable

Sumado a lo anterior, el RMSEA fue de .070, con un intervalo de confianza del 90% entre .046 y .076, y un valor de PCLOSE = .006. Estos resultados sugieren un error de aproximación bajo y un ajuste aceptable del modelo [10, 11]. adicionalmente, el índice de Hoelter reportó valores de 166 y 185 para niveles de significancia de .05 y .01, respectivamente, lo que indica un tamaño muestral adecuado para la estabilidad del modelo. Por todo lo anterior, el conjunto de los resultados del AFC apoyan la validez factorial del instrumento, sugiriendo que la estructura propuesta refleja adecuadamente los datos empíricos y puede ser utilizada con fines de medición psicológica con respaldo teórico y empírico (ver Figura 1).

Confiabilidad y Validez del Instrumento

De acuerdo con la construcción de la escala se realizó la validez y confiabilidad por medio del alfa de Cronbach para la Escala Esperanza Académica en su totalidad y por constructo.

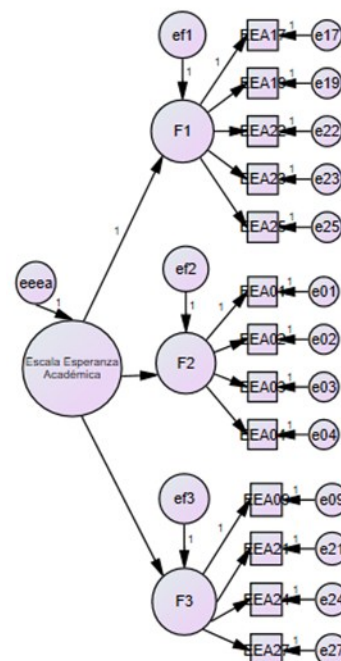


Figura 1. Cargas Factoriales de Análisis Factorial Confirmatorio de 3 Factores

Encontrando del total de la escala contiene una confiabilidad de $\alpha = .761$ (construida por el total de 13 ítems), el factor uno (Esperanza de Obtener Oportunidades) contiene cinco ítems y un $\alpha = .815$, el segundo factor (Esperanza de Adquirir Habilidades para la Vida) contiene cuatro ítems y un $\alpha = .820$. Por último, el tercer factor (Esperanza en la Utilidad de la Escuela) está compuesto por cuatro ítems y contiene un $\alpha = .738$. Por los resultados anteriores se considera que la Escala de Esperanza Académica es válida y confiable para la población de estudiantes mexicanos.

Estadísticos descriptivos de la Escala de Esperanza Académica

Se calcularon los estadísticos descriptivos para la escala total de esperanza académica y sus tres factores: (F1) Esperanza de Obtener Oportunidades, (F2) Esperanza a adquirir habilidades para la vida, y (F3) Esperanza en la utilidad de la escuela. El Puntaje total de la escala muestra una media de 43.94 (DE = 7.21), con un rango entre 20 y 65 puntos y una varianza de 52.10, indicando una dispersión moderada de respuestas. El percentil 25 fue de 40 puntos, el P50 de 44, el P75 de 48 y el P99 de 65, lo que refleja una tendencia general hacia una alta esperanza académica.

Por factor, la Esperanza a obtener oportunidades mostró una media: 18.07 (DE = 3.94), y una varianza

de 15.58, con la mayoría de los valores concentrados entre 15 y 21 (percentiles 25 y 75), lo cual sugiere una actitud positiva y segura hacia el desarrollo de competencias. El percentil 25 fue de 15 puntos, el P50 de 18, el P75 de 21 y el P99 de 25. Dentro del segundo factor, Esperanza a adquirir habilidades para la vida, la media fue de 17.02 ($DE = 3.28$), varianza: 10.73, esta dimensión evalúa la expectativa de que la experiencia escolar proporcione herramientas útiles para la vida cotidiana, la distribución en este factor muestra que la mayoría de los estudiantes perciben la escuela como un espacio significativo para su formación integral, con la mediana en 18 puntos y un P25 de 15 puntos, el P50 de 18, el P75 de 20 (P99 fue de 20 por lo que el 75 es el límite).

Por último, el tercer factor, esperanza en la utilidad de la escuela (ítems inversos), se encontró una media de 8.85 ($DE = 3.64$), y una varianza de 13.31. Este factor está compuesto por ítems formulados de manera inversa; por lo tanto, puntuaciones más bajas reflejan percepciones más positivas respecto a la utilidad de la escuela. La mediana fue de 8 puntos, y P25 de 6 puntos, el P50 de 8, el P75 de 11 y P99 fue de 20. Lo anterior implica que, al tener la concentración de puntuaciones en los rangos más bajos, se sugiere que son representativos a una actitud favorable general hacia la relevancia práctica de la escuela, pese a ser la dimensión con menor puntuación cruda.

Por lo anterior, los resultados descriptivos evidencian que los estudiantes presentan niveles moderados a altos de esperanza académica, especialmente en lo relativo a su autoconfianza para desarrollar competencias y su visión sobre la formación de habilidades útiles para la vida, sumado a ello, a pesar de que el Factor 3 presenta puntuaciones más bajas en términos absolutos, esta tendencia debe interpretarse positivamente, ya que se trata de ítems invertidos lo cual refuerza la idea de que los estudiantes valoran la utilidad de la escuela, aunque este aspecto podría ser un área de oportunidad para reforzar el sentido práctico de la educación desde la intervención institucional y la creación de proyectos a nivel nacional.

CONCLUSIONES

La adaptación y validación de la Escala de Esperanza Académica (Achs) para estudiantes universitarios mexicanos demuestra ser un aporte significativo tanto en áreas de la psicometría, como en el desarrollo institucional de estrategias de bienestar estudiantil [12, 13]. Con una muestra de 655 estudiantes de una universidad pública fronteriza del norte de México (UACJ, Ciudad Juárez, Chihuahua), se aplicó un riguroso proceso metodológico que incluyó tanto

Análisis Factorial Exploratorio (AFE) como Análisis Factorial Confirmatorio (AFC). Esto permitió obtener una versión reducida de 13 ítems organizados en tres factores con adecuados niveles de confiabilidad (α total = .761; factores entre .738 y .820) y validez factorial confirmada (RMSEA = .070; CFI = .930).

Desde una perspectiva cultural: La traducción y adaptación semántica de los ítems consideró las características del lenguaje académico local y los significados que los estudiantes atribuyen a la educación, asegurando una comprensión contextualizada [14]. Además, el estudio toma en cuenta variables relevantes en contextos fronterizos, como el nivel socioeconómico, el uso de sustancias o experiencias de estrés reciente, lo cual refuerza su sensibilidad hacia los determinantes psicosociales del bienestar estudiantil.

Términos metodológicos: El empleo de estándares internacionales de análisis estructural (KMO, Bartlett, AFC con AMOS) y la eliminación sistemática de ítems con cargas inferiores a .40, respalda la robustez estadística del instrumento. Asimismo, la inclusión de ítems invertidos en el tercer factor (utilidad de la escuela) y su interpretación reflexiva sugiere una alta competencia técnica de los autores al abordar sesgos de respuesta y significado latente [15].

Aplicación local: Esta escala son altamente relevantes para instituciones de educación superior en México, especialmente en regiones con condiciones socioeconómicas complejas. Esta herramienta puede ser empleada en programas de intervención psicoeducativa, monitoreo del bienestar académico, y detección temprana de estudiantes en riesgo de deserción o bajo rendimiento, alineándose con políticas nacionales e institucionales orientadas al desarrollo integral del estudiante [16]. También puede articularse con estrategias promovidas por la ANUIES y programas de salud mental en el contexto universitario.

En conclusión, la Escala de Esperanza Académica validada para población mexicana representa no solo un avance psicométrico, sino también una herramienta culturalmente sensible y metodológicamente sólida para la intervención en el bienestar universitario, particularmente en entornos académicos fronterizos que demandan respuestas localmente contextualizadas.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de la dirección de Bienestar Universitario y al personal de los Centros de Bienestar Universitario de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Camacho-Valadez, D., Aguilera-Rodríguez, G., Zazueta-López, A. L., Muñoz-Valle, J. F., Ibáñez-Martínez, E. V., Carrillo-Saucedo, I. C., ... & Vargas-Aldana, A. 2022. *Resiliencia*. Editorial Universidad de Guadalajara.
- [2] Gottron D, Williams P, Jiang M. Hope mediates the relationship between childhood adversity and academic resilience among Appalachian young adults. *Theory & Practice in Rural Education*. 2024;14(1), 49-72. <https://doi.org/10.3776/tpre.2024.v14n1p49-72>
- [3] Wong W, Cheung S. Hope and its associations with academic-related outcomes and general wellbeing among college students: the importance of measurement specificity. *BMC psychology*. 2024; 12(1), 398. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01859-7>
- [4] Frisby B, Hosek A, Beck A. The role of classroom relationship as sources of academic resilience and hope. *Communication Quartely*. 2020; 68(3), 289-305. <https://doi.org/10.1080/01463373.2020.1779099>
- [5] Ibáñez-Martínez E, Resiliencia y educación. En D. Camacho-Valadez. *Resiliencia* (pp. 31-37). Editorial Universidad de Guadalajara. 2022.
- [6] Jessa Samoy, Paula Antonio, Klyn Alexandra, John Michael Van O, Santiago Julie, Solomon Bessie Soriano, Jay Santos. Hope and Social Support as Predictors of Academic Resilience among College Students. *Universal Journal of Educational Research*. 2025; 13. 33-42. DOI: 10.13189/ujer.2025.13020
- [7] Khormaei F, Kamari S, Khanna, M. Development and validation of the academic hope scale (AcHS) for students. *Discover Psychology*. 2024; 4(1), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s44202-024-00296-2>
- [8] Kline R. Principles and practice of structural equation modeling. 4th ed. Guilford Press. 2016.
- [9] Bentler P, Bonett D. Significance test and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*. 1980; 88 (3), 588-606. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>
- [10] Brown M, Cudeck R. Alternative Ways of Assessing Model Fit. In K. A. Bollen, & J. S. Long (Eds.), *Testing Structural Equation Models* (pp. 136-162). Sage. 1993. <https://doi.org/10.1177/0049124192021002005>
- [11] Saris W, Satorra A, Van der Veld W. Testing structural equation models or detection of misspecifications?. *Structural equation modeling*. 2009; 16(4), 561-582. <https://doi.org/10.1080/10705510903203433>
- [12] Santillán N, Rueda K, Orozco Z, Moreta R, Rodas J. El papel mediador de la satisfacción con la vida en la relación entre esperanza y satisfacción académica entre estudiantes universitarios ecuatorianos. *Revista de Psicodidáctica*. 2025; 30(1), 500154. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2024.500154>
- [13] Ledesma E. (2025). Estudio sobre la desesperanza en estudiantes de nivel superior. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 2025; 16(31). <https://doi.org/10.23913/ride.v16i31.2672>
- [14] Vázquez J, López-Suárez A. La esperanza como constructo en el logro de metas: una revisión conceptual. *Enseñanza e Investigación En Psicología*. 2022; 4(1), 518-529. <https://doi.org/10.62364/y6d3wh72>
- [15] Gómez J. Psicometría, perfiles y sesgos. El caso del reconocimiento facial. *Inmediaciones de la Comunicación*. 2021; 16(2), 63-81. <https://doi.org/10.18861/ic.2021.16.2.3156>
- [16] Rego M, Moledo M, Salina, G. Fondos de conocimiento familiar e intervención educativa: Comprender las circunstancias sociohistóricas de los estudiantes (Vol. 172). 2022. Narcea Ediciones. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2023.182.61267>

DETERMINACIÓN DEL ÁNGULO DE SALIDA ÓPTIMO PARA LA FABRICACIÓN DE PIEZAS DE LEGOS EN IMPRESORA DE INYECCIÓN PLÁSTICA

Flores Gasca Santiago¹, García Corral Fabián Alejandro², Mena Castillo Lilia Margarita³, Peralta Meza Ángel⁴

¹Maestría en Ciencias de la Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Departamento de Ingenierías, Correo electrónico: sflores@itsnecg.edu.mx, Teléfono: 636 694 9500. Avenida Tecnológico #7100 C.P. 31700, Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México.

²Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Correo electrónico: 20cg0035@itsnecg.edu.mx, Teléfono: 636 694 9500. Avenida Tecnológico #7100 C.P. 31700, Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México.

³Maestría en Gestión de las Tecnologías de la Información, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Departamento de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Correo electrónico: lmena@itsnecg.edu.mx, Teléfono: 636 694 9500. Avenida Tecnológico #7100 C.P. 31700, Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México.

⁴Maestría en Ingeniería en Manufactura, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes, Departamento de Ingenierías, Correo electrónico: aperalta@itsnecg.edu.mx, Teléfono: 636 694 9500. Avenida Tecnológico #7100 C.P. 31700, Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México.

Resumen -- Esta investigación surge de la necesidad de determinar el ángulo de salida óptimo para la fabricación de moldes de Legos en el Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes (ITSNCG). La correcta elección de este ángulo es fundamental para garantizar la calidad y la durabilidad de las piezas; así como propiciar el correcto desmoldeo de las piezas, evitando deformidades, daños permanentes o fallos en su función estructural.

Para ello, se emplearon recomendaciones de fabricantes con experiencia en el mercado, análisis matemáticos y simulaciones mediante el software SolidWorks, en el cual se diseñaron las piezas de construcción. En el proceso, se aplicaron diferentes ángulos de salida a las piezas y se realizaron análisis detallados para evaluar su comportamiento durante el desmoldeo.

El estudio también hace referencia a antecedentes relevantes y destaca la importancia de contar con un ángulo de salida adecuado, ya que la ausencia de este puede afectar la integridad de las piezas, comprometiendo su funcionalidad y calidad. Los objetivos principales de la investigación fueron determinar el ángulo mínimo de salida necesario para un correcto desmoldeo en piezas de Lego, asegurando que las piezas puedan ser extraídas sin deformaciones ni daños.

El desarrollo del trabajo consistió en aplicar diversos ángulos de salida en las piezas de construcción, siguiendo los lineamientos establecidos en los objetivos. Los resultados obtenidos fueron positivos, logrando identificar un ángulo mínimo de 0.5 grados que es aplicable a todas las caras de las piezas que requieren un ángulo de desmoldeo. Este hallazgo

contribuye a optimizar los procesos de fabricación y garantiza la producción de piezas de Lego con mayor precisión y durabilidad, beneficiando tanto a los fabricantes como a los usuarios finales.

Palabras Clave: Ángulo de salida, Desmoldeo, Fabricación, Moldes, SolidWorks.

Abstract -- This study was conducted to identify the optimal draft angle for the LEGO molds production at the Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes (ITSNCG). It's essential to select this angle accurately, ensuring the quality and durability of the pieces, avoiding deformities, permanent damages or failures in their structural function.

To achieve this, recommendations from experienced manufacturers in the market were used, along with mathematical analyses and simulations carried out using SolidWorks software, in which the construction pieces were designed. During the process, different draft angles were applied to the pieces, and detailed analyses were conducted to evaluate their behavior during demolding.

The study also references relevant background information and highlights the importance of using an adequate draft angle, as its absence can affect the integrity of the parts, compromising their functionality and quality. The main objectives of the research were to determine the minimum draft angle required for the proper demolding of Lego parts, ensuring that each piece can be removed without deformation or structural damage.

The development of this study involved the application of various draft angles to the construction pieces,

following the guidelines established in the research objectives. The results were positive, identifying a minimum draft angle of 0.5 degrees, applicable to all surfaces of the parts that require demolding.

This finding contributes to optimizing manufacturing processes and guarantees the production of Lego pieces with greater precision and durability, benefiting both manufacturers and end users.

Keywords: Draft angle, Demoulding, Manufacturing, Molds, SolidWorks.

INTRODUCCIÓN

La técnica del moldeo por inyección de plástico es un método fundamental en la fabricación de productos diversos, ya que sus raíces surgen aproximadamente en 1868 cuando James Watson Hendry patentó la primera máquina de moldeo por inyección [1]. A lo largo de los años, esta tecnología ha experimentado avances significativos, especialmente con la creación, en 1946, de la primera máquina de inyección de plástico con husillo por el mismo Hendry. Este avance permitió un mayor control sobre la velocidad y calidad del producto final, así como la posibilidad de mezclar materiales reciclados con vírgenes [2]. En la década de 1970, Hendry llevó la innovación un paso más allá al desarrollar el primer proceso de moldeo por inyección asistido por gas, revolucionando la producción de piezas complejas y huecas con tiempos de enfriamiento rápidos. Esta evolución no solo mejoró la flexibilidad de diseño, resistencia y acabado de las piezas, sino que también redujo el tiempo de producción, costos, peso y desperdicio [3].

La industria del moldeo por inyección de plástico ha experimentado una transformación significativa a lo largo de los años, pasando de la fabricación de productos simples como peines y botones a la producción de una amplia gama de artículos para diversas industrias, incluyendo automotriz, médica, aeroespacial, productos de consumo, juguetes, plomería, empaque y construcción [4]. Este proceso no solo se basa en la maquinaria avanzada, sino que también involucra consideraciones cruciales como el ángulo de salida. Este componente es esencial para facilitar la extracción de las piezas del molde y garantizar la integridad de la forma durante todo el proceso. La aplicación adecuada de ángulos de inclinación es crucial para mejorar la maleabilidad de las piezas, evitando problemas como curvaturas, roturas o alabeos debido a tensiones durante el enfriamiento del plástico. En este contexto [5], el análisis del ángulo de salida se vuelve esencial para identificar la factibilidad del desmoldeo y prevenir

posibles inconvenientes. La ausencia de ángulos de inclinación puede no solo comprometer la estética de las piezas, sino también obstaculizar su expulsión del molde, causando daños tanto a las piezas como al propio molde.

Hay que tener en cuenta que, la selección del proceso de fabricación de un componente es crucial en el diseño de una máquina, ya que puede impactar directamente en la eficiencia y el costo de producción. Elegir el método adecuado requiere un análisis detallado de las tecnologías disponibles, considerando aspectos como la rentabilidad, la calidad del producto final y la viabilidad en términos de recursos. Además, la elección del proceso de fabricación puede influir significativamente en la competitividad de la empresa en el mercado. El tamaño y la forma de la pieza son aspectos cruciales a considerar al seleccionar el proceso de fabricación adecuado. Factores como la complejidad geométrica, dimensiones específicas y requisitos de tolerancia influirán en la elección del método de producción más eficiente y preciso para obtener la pieza deseada. Es importante analizar detalladamente estas características para garantizar la viabilidad y calidad del componente final [6].

Además, los factores como la geometría de la pieza, la tolerancia dimensional requerida, la resistencia mecánica necesaria y la resistencia a agentes químicos determinan las decisiones clave. La elección del tipo de resina y el diseño del canal de inyección son fundamentales para garantizar la calidad y la eficiencia en la producción de piezas. La optimización de estos aspectos es crucial para lograr productos finales de alta precisión y durabilidad, cumpliendo con los estándares de calidad exigidos en la industria [7].

Otro punto de interés es el ángulo de desmoldeo (o ángulo de salida o draft) ya que es la ligera inclinación que se aplica a las paredes verticales de una pieza moldeada para facilitar su extracción del molde [8]. Su función principal es compensar la contracción térmica del plástico al enfriarse y reducir la fricción con las caras del molde durante el desmoldeo [9]. Si no se incorpora un draft adecuado, las piezas pueden presentar acabados superficiales defectuosos, deformaciones internas o incluso quedar encajadas en el molde, por lo que incluir un ángulo de salida mejora la calidad del producto y la vida útil del molde, porque minimiza daños en la pieza y desgaste en el utillaje [10]. Cada pieza y sus características específicas demandarán un ángulo de inclinación distinto, dependiendo de las prioridades del diseño. Es aconsejable siempre incorporar el mayor ángulo de desmoldeo posible en los diseños, ya que esto ayuda a disminuir la fricción entre la pieza y el molde. Sin

embargo, cuando la superficie de la pieza presenta una textura, la expulsión del molde se vuelve más complicada debido al incremento en la fricción. Por esta razón, las piezas con superficies texturizadas necesitan un ángulo de desmoldeo mayor para facilitar su liberación y lograr un acabado más suave [11].

DESARROLLO

Metodología

Esta investigación es del tipo aplicada ya que "busca generar conocimientos con un fin práctico, que tenga un impacto directo en la resolución de problemas específicos" [12]. Por lo que se tuvo que abordar una problemática práctica relacionada con la determinación del ángulo de salida mínimo en piezas. También es de tipo experimental, la cual consiste en "probar hipótesis de causalidad, mediante la manipulación controlada de variables en un ambiente estructurado" [13], por lo que se llevó a cabo una serie de pruebas y experimentos con el fin de analizar cómo diversos aspectos del proceso de fabricación influyen en el ángulo de salida mínimo.

En esta etapa inicial, se establecieron las medidas de las piezas que se utilizaron en la investigación y se muestran a continuación:

Como referencia para poder aplicar los ángulos de salida en lo que respecta al desmote de piezas fueron las siguientes, como se muestra en la Figura 1a, 1b, 1c y 1d. Dichas piezas fueron elaboradas como parte de un proyecto más grande, pero se tomaron como objeto de prueba para este proyecto en específico.

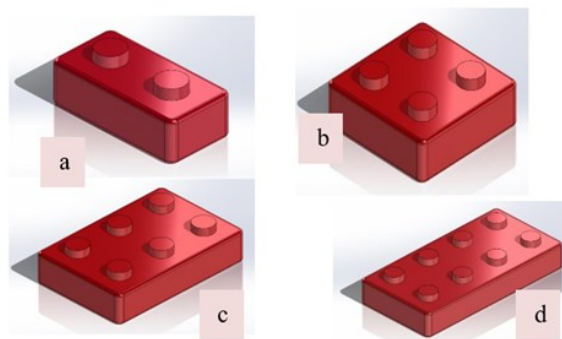


Figura 1. Bloques de construcción de diferentes dimensiones

Primeramente, se establece un ángulo de salida para estas piezas, entre 1° a 2° . Se aplicó un ángulo de salida de 1° como se muestra en la Figura 2b, donde se puede apreciar el cambio de las paredes en comparación de la Figura 2a.

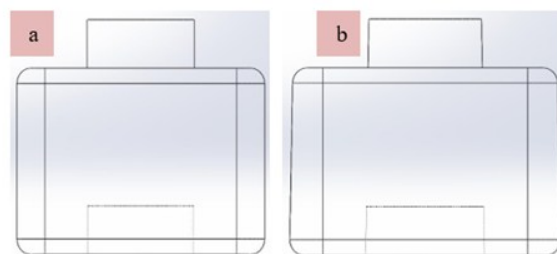


Figura 2. Aplicación del ángulo de salida de 1°

Nota: El ángulo de salida de 1° se aplicó a las piezas A-1 (2x1, 2x2, 3x2 y 4x2).

Ahora, para comprobar que dicho ángulo mencionado es el mínimo requerido para que las piezas de construcción hagan un correcto desmoldeo al momento de la expulsión de la inyectora de plástico, se realiza un análisis matemático. Usando de apoyo el cálculo de conos para torno, se puede determinar el ángulo de salida mínimo. La fórmula que propuso [11] fue la que se utilizó y se expresa así:

$$\tan(\alpha) = (D-d) / 2L \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

α = es el ángulo de salida

D = es el diámetro mayor

d = es el diámetro menor

L = es la longitud

La zona donde se aplicará este análisis es la siguiente, como se puede observar en la Figura 3.

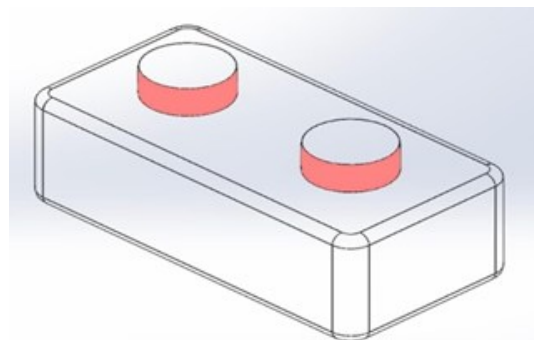


Figura 3. Islas de pieza de construcción

Tomando las siguientes medidas de las piezas, mostradas en la Figura 4.

Entonces, una vez establecida la fórmula, lo que se busca determinar es d (diámetro menor), esto para comprobar mediante la simulación en SolidWorks, que, al aplicar el ángulo, en este caso de 1° , la distancia

resultante del cálculo sea la misma que en la simulación.

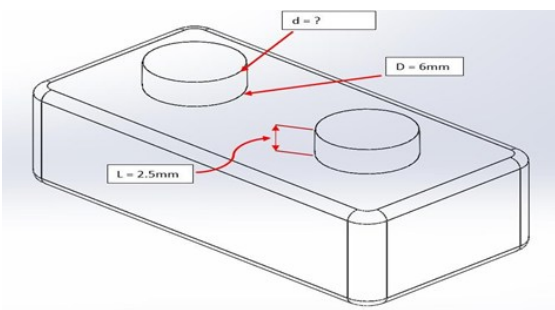


Figura 4. Medidas para el cálculo de conicidad

Para determinar d, se tiene que realizar un despeje, el cual se hace en la Ec. (1), luego:

$$2L \tan(\alpha) = D - d \quad \text{Ec. (2)}$$

$$2L \tan(\alpha) - D = -d \quad \text{Ec. (3)}$$

$$(2L \tan(\alpha) - D) (-1) = -d(-1) \quad \text{Ec. (4)}$$

$$d = -(2L \tan(\alpha) - D) \quad \text{Ec. (5)}$$

Una vez que ya se despejó la fórmula, se aplicó para el valor de $\alpha = 1$, y se generó el siguiente resultado:

$$d = 5.91\text{mm} \quad \text{Ec. (6)}$$

Ahora, se procede a comprobar que efectivamente el diámetro d calculado de 5.91mm sea el mismo al aplicar el valor del ángulo de salida en la pieza de SolidWorks, como se muestra en las Figuras 5 y 6.

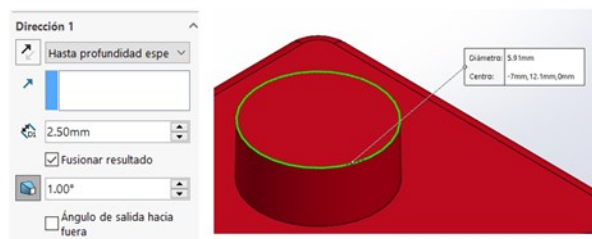


Figura 5. Comprobación de diámetro $d = 5.91\text{mm}$

Por otro lado, y siguiendo las recomendaciones sobre la profundidad característica y ángulo de inclinación (ángulo de salida) mínimo para moldeos por inyección, como lo menciona en la página de Rapid Direct en su artículo, “Ángulo de inclinación para moldeo por inyección: guía de diseño y mejores prácticas”, existen determinados ángulos de salida dependiendo la altura [14], como se muestra en la Tabla 1.

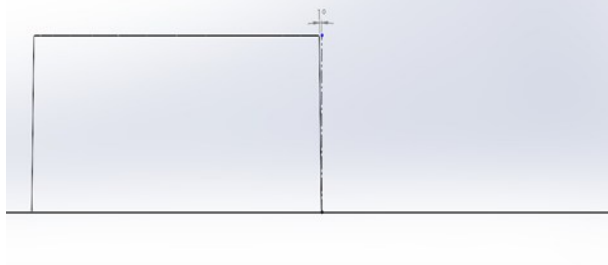


Figura 6. Acotamiento de 1 grado

Tabla 1. Ángulo en base a la profundidad característica

PROFUNDIDAD DE CARACTERÍSTICAS	ESPESOR MÍNIMO/CALADO			
0.25 pulg	0.040 pulg./0.5°			
0.5 pulg	0.040 pulg./1°	0.060 pulg./0.5°		
0.75 pulg	0.040 pulg./2°	0.060 pulg./1°	0.080 pulg./0.5°	
1 pulg		0.060 pulg./2°	0.080 pulg./1°	>0.100 pulg./0.5°
1.5 pulg			0.080 pulg./2°	>0.100 pulg./1°
2 pulg				>0.100 pulg./2°

La altura de las islas de las piezas de construcción es de 2.5mm siendo inferior al valor mínimo de 0.25pulg = 6.35mm, el ángulo mínimo recomendado es de 0.5 grados. Así que nuevamente se realiza un análisis, pero para el caso de 0.5 grados de ángulo de salida.

$$d = -(2(2.5\text{mm}) \tan(0.5) - 6\text{mm}) \quad \text{Ec. (7)}$$

$$d = 5.96\text{mm} \quad \text{Ec. (8)}$$

Se vuelve a comprobar que efectivamente el diámetro “d” calculado de 5.96mm sea igual al aplicar el valor del ángulo de salida en la pieza de SolidWorks, como se muestra en las Figuras 7 y 8.

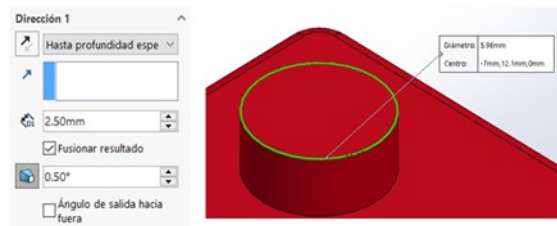


Figura 7. Comprobación de diámetro = 5.96mm

Una vez obtenido el ángulo mínimo de salida, que fue de 0.5 grados para la parte superior de las piezas de construcción, como se muestra en la Figura 9.



Figura 8. Acotamiento de 0.5 grados

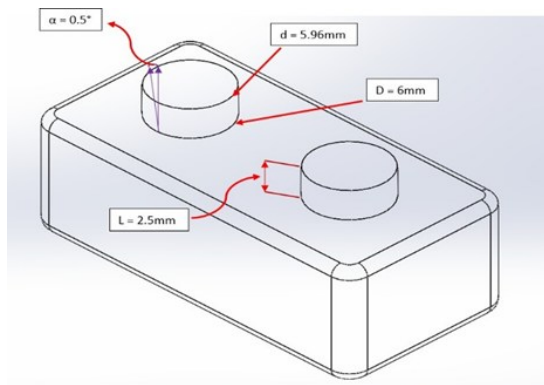


Figura 9. Medidas de parte superior

Ahora, faltan las caras laterales de la pieza, las cuáles también requieren de un ángulo de salida para la expulsión del molde, como se aprecia en la Figura 10.

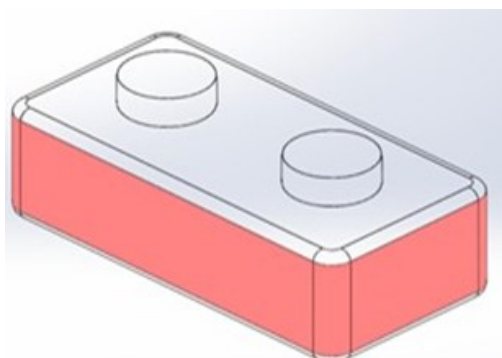


Figura 10. Caras laterales donde se aplicará el siguiente ángulo de salida

Según las normas de creación de ángulos de inclinación, tal cual lo menciona la página de PROTOOLABS en su sitio web dónde brindan sugerencias de diseño para moldes de inyección de plásticos, en su artículo “Ángulos de Inclinación” dónde se mencionan 5 formas de utilizar el ángulo de inclinación para mejorar la maleabilidad de la pieza, se destaca en el segundo punto “Respetar Las Normas de Creación de Ángulos de Salida”, el cual indica que no existe tal cual un ángulo de inclinación estándar que sirva para cualquier diseño de piezas, debido a que se deben de tomar en cuenta ciertos factores como: grosores de las paredes, el tipo de material, el punto de

expulsión, entre otros, pero si menciona que se necesita 1 grado de ángulo de inclinación por cada 25 mm de profundidad de la cavidad, aunque esto puede variar debido a los factores mencionados anteriormente [8], como se observa en la Tabla 2. Señala también que:

Tabla 2. Ángulos de inclinación basados en la profundidad de la cavidad

Profundidad de la forma	Grosor/ ángulo de inclinación mínimo			
6,35mm	<1mm / 0,5°			
13mm	<1mm / 1°	1,5mm / 0,5°		
19mm	<1mm / 2°	1,5mm / 1°	2mm / 0,5°	
25mm		1,5mm / 2°	2mm / 1°	2,5mm / 0,5°
38mm			2mm / 2°	2,5mm / 1°
51mm				2,5mm / 2°

Una vez teniendo en cuenta las sugerencias anteriores, se va a aplicar el siguiente análisis a la Figura 11.

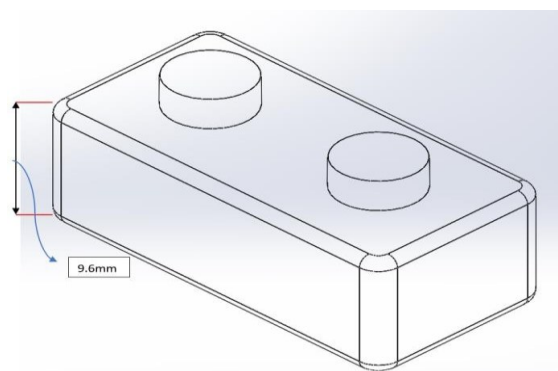


Figura 11. Altura de caras laterales

Para realizar este análisis habrá que suprimir los redondeos, esto por efectos de simulación, como se puede apreciar en la Figura 12.

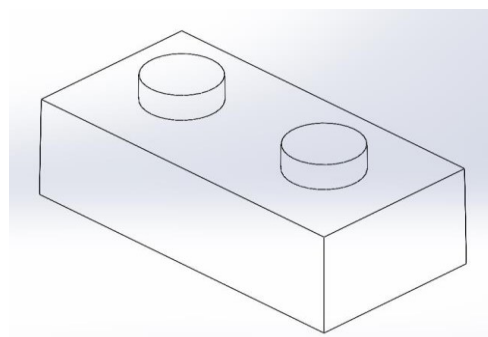


Figura 12. Redondeos suprimidos

Se aplica un ángulo en la extrusión de 0.5 grados, el cual es el mínimo recomendado por algunos fabricantes de moldes de inyección de plásticos. Esto es debido a que la altura de la pieza es de 9.6mm lo cual es muy

inferior a los 25mm y por ende el 1 grado que se debería de aplicar, esto para profundidades de cavidades del molde dónde se realizarían las piezas, tal y como se observa en la Figura 13.

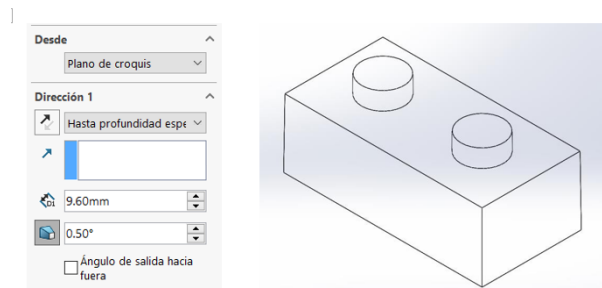


Figura 13. Aplicación de ángulo de 0.5 grados

De igual forma, el análisis para las islas superiores de las piezas de construcción se puede reutilizar para las cavidades donde se ensamblarán dichas islas, por la parte de abajo, como se aprecia en la Figura 14 y Figura 15.

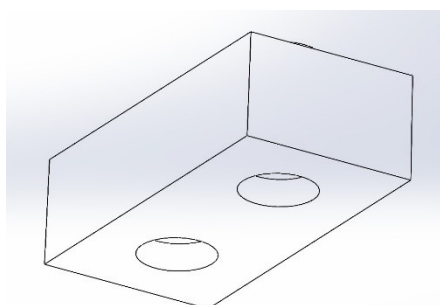


Figura 14. Cavidades inferiores

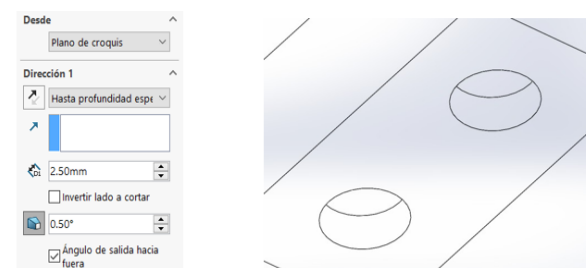


Figura 15. Aplicación de ángulo de 0.5 grados

Estas medidas sirvieron como base para el análisis posterior del ángulo de salida mínimo, además de investigar y evaluar las metodologías existentes relacionadas con la determinación del ángulo mínimo en piezas. Esto incluyó, la revisión de artículos de investigación y la adaptación de métodos adecuados a las necesidades específicas del proyecto.

Utilizando software de diseño asistido por computadora (CAD) como SolidWorks, se llevó a cabo la simulación

y modelado de los bloques de construcción, incorporando la metodología desarrollada para calcular el ángulo mínimo de salida. Esto permitió la visualización y análisis virtual de las piezas. Se procedió a la impresión de modelos físicos, utilizando una impresora 3D. Estos modelos físicos serán replicados según las especificaciones obtenidas del modelado en SolidWorks. Los modelos generados físicamente se utilizaron para realizar pruebas físicas y experimentos prácticos [15].

Por último, se realizaron ajustes y correcciones en la metodología o en el diseño de las piezas según sea necesario para mejorar la precisión de los resultados.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En primer lugar, el análisis de ángulo de salida realizado mediante el software SolidWorks, específicamente en la pieza de construcción 2x1, reveló que un ángulo de 0.5 grados es suficiente para garantizar un correcto desmoldeo en condiciones ideales. Este hallazgo es relevante, ya que confirma que, en piezas con geometrías similares y sin texturización, ángulos mínimos pueden ser utilizados para facilitar la extracción sin comprometer la integridad de la pieza. Además, dado que las piezas 2x2, 3x2 y 4x2 comparten características similares, se aplicó el mismo análisis y se asumió que los ángulos de salida determinados serían igualmente efectivos, lo cual fue corroborado en las pruebas físicas.

Las pruebas físicas realizadas con las piezas impresas en 3D permitieron validar los resultados del análisis computacional. La utilización de la impresora 3D facilitó la creación de las cuatro piezas con las mismas medidas y características, permitiendo una comparación práctica del comportamiento de cada una durante el proceso de desmoldeo. Los ensambles realizados demostraron que, con los ángulos establecidos, las piezas pudieron ser extraídas sin daños ni deformaciones, cumpliendo así con el objetivo de facilitar el proceso de desmoldeo y reducir la fricción.

Un aspecto importante observado fue que, en las piezas con superficies texturizadas, la dificultad para su expulsión aumentó, requiriendo un ángulo de desmoldeo adicional para facilitar su liberación. Esto confirma la hipótesis de que superficies texturizadas incrementan la fricción, lo que puede dificultar el proceso de desmoldeo si no se ajustan los ángulos de salida en consecuencia. Se recomienda considerar un aumento en el ángulo de desmoldeo en piezas con superficies texturizadas para evitar problemas durante la fabricación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos responden satisfactoriamente a los objetivos planteados, demostrando que el análisis computacional puede ser una herramienta efectiva para determinar el ángulo de salida mínimo en diferentes piezas. Además, las pruebas físicas validaron estos hallazgos, evidenciando que los ángulos determinados permiten un desmoldeo eficiente en condiciones controladas. Sin embargo, se destaca la importancia de ajustar estos ángulos en función de las características superficiales de las piezas, especialmente en casos de superficies texturizadas, para garantizar un proceso de fabricación óptimo y sin daños.

Este análisis no solamente se puede aplicar para este tipo de piezas en particular, sino que, al tener una base redonda (las islas de las piezas) el análisis que se utilizó se puede aplicar perfectamente, siempre y cuando se contemplen las medidas ya que, si la pieza es más grande o pequeña, el ángulo variará con respecto a estas, además de asegurar un correcto desmoldeo al momento de ser fabricadas con una máquina de inyección plástica.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro profundo agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Nuevo Casas Grandes por su valioso respaldo en el desarrollo de este proyecto. En especial, reconocemos la importante colaboración del área de laboratorios de la Institución, cuyo apoyo fue fundamental para realizar los análisis y pruebas que permitieron obtener los resultados presentados.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Chao, E. (2022). Ambiente Plástico. “James Watson Hendry: el genio al que no le faltaba ningún tornillo”. Disponible en: <https://www.ambienteplastico.com/james-watson-hendry-el-genio-al-que-no-le-faltaba-ningun-tornillo/>.
- [2] Privarsa. (2017). “La Inyección de Plástico: Una Historia De Éxito”. Disponible en: <https://www.privarsa.com.mx/la-inyeccion-plastico-una-historia-exito/>.
- [3] ABIS. (2018). Historia de moldeo por inyección. Disponible en: <https://www.abismoldengineering.com/info/injection-moulding-history-26446991.html>.
- [4] Delta Engineering. (2016). Inyección. Delta Engineering. Disponible en: <https://www.es.delta-engineering.be/inyecci%C3%B3n>.

- [5] S.A.S, A. (2020). SOLIDWORKS LATAM y España. “Conozca cómo evitar el atasco en las paredes de su molde por medio del análisis de ángulos de salida”. Disponible en: <https://blogs.solidworks.com/solidworkslatamyesp/solidworks-blog/solidworks/conozca-como-evitar-el-atasco-en-las-paredes-de-su-molde-por-medio-del-analisis-de-angulos-de-salida/>.
- [6] Jensen (1990). Dibujo y diseño de Ingeniería. ISBN 968-6046-77-1, Editorial Mc GRAW HILL.
- [7] Keyence Corporation (2024). Aprenda acerca del maquinado. ¿Qué es el moldeo por inyección? Disponible en: <https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/machining/injection-molding/about.jsp>.
- [8] Protolabs. (2020). Ángulo de desmoldeo. Disponible en: <https://www.protolabs.com/es-es/recursos/insight/angulo-de-desmoldeo/>.
- [9] RevPart, Inc. (s.f.). Draft angles for injection molding: Best practices. RevPart. Disponible en: <https://revpart.com/draft-angles-for-injection-molding/>.
- [10] RevPart, Inc. (s.f.). Profundidad característica y ángulo de inclinación mínimo en moldeo por inyección. Disponible en: <https://www.rapiddirect.com/es/blog/injection-molding-draft-angle/#:~:text=El%20objetivo%20de%20esta%20gu%C3%ADa,en%20el%20moldeo%20por%20inyecci%C3%B3n>.
- [11] Childerstone, J. (2024). Get It Made. Características principales de los ángulos de inclinación. Disponible en: <https://get-it-made.co.uk/resources/draft-angles-for-injection-moulding>.
- [12] Hernández-Sampieri, R., Mendoza-Torres, C. P., & Baptista-Lucio, P. (2022). Metodología de la investigación (7.ª ed.). McGraw-Hill Education. pág. 15.
- [13] Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. D. P. B. (2022). Fundamentos de investigación (3.ª ed.). McGraw-Hill Education. pág. 208.
- [14] Bennett, Lucas (2024). Rapid Direct. Ángulo de inclinación para moldeo por inyección: guía de diseño y mejores prácticas. Disponible en: <https://www.rapiddirect.com/es/blog/injection-molding-draft-angle/>.
- [15] SOLIDWORKS (2025). La solución CAD 3D para el diseño y desarrollo de productos. Disponible en: <https://www.solidworks.com/es>.

APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS BLANDOS EN EQUIPOS DE TRABAJO PARA CONSOLIDACIÓN DE PROYECTOS NPI EN LA EMPRESA

Osorio Trejo Karen Noemi¹, Tarango Hernández Luz Elena²

¹ Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, karen.osorio1@outlook.com, +52 613 108 0614.

² Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa, luz.th@cdjuarez.tecnm.mx, +52 656 138 9657.

Resumen -- Dentro de las empresas existen los NPI (por sus siglas en inglés new project introduction) es el proceso a través del cual un nuevo producto es introducido al mercado (Alexandra, 2019).[1]

Para la empresa donde se realizó el estudio se encontró una deficiencia dentro del desarrollo del proyecto NPI, durante las corridas pilotos, en el cual se involucra la mala comunicación y mal desempeño durante el trabajo en equipo.

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema del proceso de planeación de las corridas piloto, que incluya todos los aspectos relacionados con los departamentos y sus actividades involucrados durante proyectos NPI, con el objetivo de reducir el tiempo muerto de planeación. Se utilizó la metodología de Checkland, se realizó la modelación sistémica del proceso de NPI.[2]

Entre los resultados se presenta al inicio de la investigación, el tiempo muerto por corrida piloto estaba fuera de meta el cual es un tiempo de 70 minutos como máximo. Como conclusión se observó que el uso de la tecnología para la organización de grupos de trabajo en conjunción de la metodología de Peter Checkland se refleja un impacto positivo en la reducción de tiempo muerto por corrida piloto. [3]

Palabras Clave: Análisis sistemático, Corrida piloto, Factores de control, Factores de ruido, Proyecto NPI, Sistemas blandos.

Abstract -- Within companies, there is a process known as NPI (new product introduction), which is the process through which a new product is introduced to the market (Alexandra, 2019).

For the company where the study was conducted, a deficiency was found in the development of the NPI project during the pilot runs, involving poor communication and poor performance during teamwork.

The objective of this work is to design a system for the pilot run planning process that includes all aspects related to the departments and their activities involved in NPI projects, with the aim of reducing planning

downtime. Checkland's methodology was used, and systemic modeling of the NPI process was performed. Among the results presented at the beginning of the research, the downtime per pilot run was outside the target, which is a maximum of 70 minutes. In conclusion, it was observed that the use of technology for the organization of work groups in conjunction with Peter Checkland's methodology has a positive impact on reducing downtime per pilot run.

Key words: Analysis systematic, Control factors, NPI project, Noise factors, Soft systems, Pilot run.

INTRODUCCIÓN

La compañía ABC es una empresa multinacional con sede en Taiwán que se dedica a la investigación, el desarrollo, el diseño, la fabricación, las pruebas y la distribución de servidores para almacenamiento en la nube y centros de datos. ABC opera varias plantas alrededor del mundo; sin embargo, solo la ubicada en Ciudad Juárez, Chihuahua, México se dedicada a la manufactura, prueba y distribución de servidores.

Este apartado hace mención a los antecedentes del problema. Se describe el estado actual del tema. Se define el problema de la investigación. Se describen los objetivos del trabajo. Se describe la justificación del trabajo.

Se ha encontrado una deficiencia dentro de la organización para los nuevos proyectos durante la corrida de pilotos en las fases DV y PV, ya que no todos los departamentos son invitados a la reunión convocada por el departamento de NPI, donde se da a conocer el proyecto piloto y por ende la participación de ellos.[4] En la tabla 1 se muestra los tiempos muertos relacionados con la corrida piloto en los últimos tres meses. La columna tres, se tienen los tiempos muertos ajenos a NPI, como, por ejemplo: que producción se tardó en regresar después de la comida, que no llegó el operador titular entre otros. En la columna cuatro, se muestran los tiempos muertos imputables a NIP, como lo son los de planeación de la corrida, falta de

documentación, falta de material, entre otros, estos últimos representan la razón de esta investigación, ya que se desea reducirlos o eliminarlos para hacer más eficiente la corrida piloto.

Tabla 1. Tiempo Muerto Durante Corridas NPI.

Modelo	Fecha	Tiempo muerto corrida (min)	Tiempo muerto planeación (min)	Tiempo muerto total (min)
1	9-Aug-23	6	113	119
2	23-Aug-23	10	96	106
3	14-Sep-23	8	154	162
4	19-Sep-23	11	123	134
5	4-Oct-23	10	189	199
6	12-Oct-23	15	136	151

Todo número de parte nuevo para convertirse en un modelo de producción en masa se debe pasar por las fases del proyecto NPI. El impacto de no cerrar el negocio con cliente afecta a todo el personal de la empresa ya que repercute en los ingresos de la planta y por consecuencia en las utilidades. También este tipo de situaciones puede traernos la posibilidad de perder credibilidad ante nuestros clientes.[5]

A finales del año 2021 la empresa no logro obtener el negocio “X” y consolidarlo como *mass production*, por lo cual la venta estimada para el año 2022 fue cancelada por cliente. La figura 2.5 muestra los datos que representan el costo de no consolidar el proyecto, tomando como base el costo unitario del producto, multiplicado por la cantidad establecida por mes, la sumatoria de 12 meses da costo total de \$1,518.43. (X \$1,000)



Figura 1. Venta Estimada no Realizada el Año 2022 Respecto al Modelo “X”.

Preguntas de Investigación

¿Cómo es posible a través de la caracterización del proceso de corrida piloto reducir los tiempos de ejecución de éstas?

Hipótesis de Investigación

A través de la caracterización del proceso de las corridas piloto es posible determinar qué factores impactan en éstas y cuál es la interrelación entre ellos, de manera que sea posible reducir los tiempos de ejecución.

Objetivos

En este apartado se describen los objetivos que dan pie y origen a la problemática a tratar. De ahí se desprenden los objetivos específicos y generales.

Objetivo General

Diseñar un sistema del proceso de planeación de las corridas piloto, que incluya todos los aspectos relacionados con los departamentos y sus actividades involucrados durante proyectos NPI, con el objetivo de reducir el tiempo muerto de planeación.[6]

Objetivos específicos

Conocer las actividades necesarias previas a la corrida piloto que reduzcan el tiempo muerto durante la corrida en línea.

Involucrar al equipo multifuncional en el proceso de NPI, robusteciendo el diseño del sistema.[7]

Contribuir en el desarrollo de la aplicación computacional, para ver los aspectos de usabilidad y eficiencia de este.

Justificación

La necesidad de la investigación radica en la eficiencia de la línea y el aprovechamiento durante las corridas piloto, permitiendo conocer las tareas, definir prioridades, plazos y objetivos.[8] Si en promedio se están perdiendo 2.25 horas en cada corrida piloto, se están dejando de producir 135 piezas de trabajo normal, eso impacta de eficiencia de esta.

DESARROLLO

En el siguiente capítulo se presentan metodologías que beneficiarán en el entendimiento de la investigación al igual que las herramientas que servirán de apoyo. Es importante que como menciona Hernández et al. (2018) sean enfocados al tipo de estudio esto para poder obtener resultados favorables y verídicos.

Materiales

A continuación, se muestran enlistados los materiales utilizados para la realización de esta investigación:

- Computadora tipo laptop
- Software para analizar datos (Minitab®)
- Carpetas compartidas de la empresa de donde se obtendrá información
- Office 365

e) Software modelador

Tipo de Investigación

Este proyecto tiene como objetivo hacer uso de la tecnología, en este caso será un sistema (desarrollado por la empresa) en el cual sirva como almacenamiento de la documentación necesaria para un proyecto NPI dentro de la empresa ensambladora de servidores, con el objetivo de disminuir y/o eliminar el tiempo muerto no imputable durante una corrida piloto.[9]

La investigación es de tipo correlacional, ya que como menciona Hernández et al. (2014), estos estudios miden el grado de asociación entre esas dos o más variables (cuantifican relaciones).[10] Es decir, miden cada variable presuntamente relacionada y, después, miden y analizan la correlación. Tales correlaciones se sustentan en hipótesis sometidas a prueba. Como se mencionó el objetivo general es diseñar un sistema del proceso de planeación de las corridas piloto, que incluya todos los aspectos relacionados con los departamentos y sus actividades involucrados durante proyectos NPI, con el objetivo de reducir el tiempo muerto de planeación, y con esto reducir y/o eliminar tiempo muerto no imputable a corridas piloto, se busca comprobar que el uso de software facilitara la comunicación entre departamentos, la organización y dará resultados favorables a la coordinación.

Diseño de Investigación

El diseño de esta investigación está orientado hacia la metodología cuantitativa ya que como se comentó el objetivo general el cual es el diseñar un sistema del proceso de planeación de las corridas piloto, que incluya todos los aspectos relacionados con los departamentos y sus actividades involucrados durante proyectos NPI, con el objetivo de reducir el tiempo muerto de planeación, por lo cual se estará midiendo y monitoreado la variable tiempo, esperando que se obtenga el resultado positivo ante la reducción del tiempo.

Se define como una investigación no experimental, ya que como lo comenta Hernández et al. (2014), en su libro "Metodología de la investigación" este tipo de investigación se observan situaciones ya existentes no provocadas intencionalmente en la investigación, lo cual en esta situación se instalara el sistema, se entregará un instructivo de cómo lo deben usar los usuarios correspondientes y se estará observado cómo es que evoluciona en resultado en las corridas piloto, en el cual como se comentó en el punto anterior se monitoreara esperando así observar que el tiempo

durante las corridas piloto disminuya con el uso y la familiarización del sistema.[10]

También dentro de la metodología que se utilizó, está la de Checkland (1992), que es utilizada para el diseño de sistemas blandos, su actividad fundamenta en la relación entre un diseñador, o grupo de éstos, y un grupo humano que se verá afectado por el sistema; positiva o negativamente, según sea el caso. Se realizará la modelación sistémica del proceso de NPI, en el cual se representarán los conocimientos, actividades y monitoreo de las actividades que necesitan ser desempeñadas al utilizar el software y la planeación.

Dentro de las metodologías también será mencionada la que será utilizada para el desarrollo de la aplicación, la cual a grandes rasgos se tiene; El diseño de la aplicación, en esta fase se les comentará a los ingenieros de software las necesidades del departamento, la problemática por la cual se está requiriendo el soporte del desarrollo de una aplicación, se definirá junto con el departamento de NPI las variables de entrada, el proceso y las variables de salida.

La segunda fase; Desarrollo de la aplicación, en esta fase el equipo de sistemas estará desarrollando la aplicación, tendrá juntas con el equipo de NPI y recibirá retroalimentación, con el fin de liberar el proyecto y entregar a el departamento. [11]

Tercera y última fase; Entrenamiento de personal, en esta fase se entrega al departamento solicitante la aplicación [12], como primera instancia el departamento de sistemas entrenara a los ingenieros que interactúan en la aplicación, se les mostrara el funcionamiento, sus roles y obligación de cada uno al igual que la información que cada uno debe subir.[13] Finalmente, esta investigación será evaluada longitudinalmente ya que, se estará dando seguimiento durante los próximos seis meses con el fin de comprobar el objetivo planteado.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis Sistemático

El análisis sistemático que se realizó fue el propuesto por Checkland (1992) que consta de siete pasos [3] se muestra en la Figura 5.1 este estudio se realizó con el fin de establecer cuales conocimientos, acciones y controles se deben considerar para que el proceso del NPI sea más efectivo, considerando las partes involucradas en dicho proceso, en la estancia cuatro se diseñan los modelos conceptuales ideales

correspondientes para cada uno de las áreas o departamentos que contribuyen con NPI [14], para de ahí compararlos con la realidad y sugerir los cambios correspondientes. Para este caso en particular se obtuvieron dos grandes resultados. Primero, se propuso al área de aplicaciones informáticas un software en donde cada área debe subir sus avances del proyecto en desarrollo para mejorar la comunicación entre ellos. Se volvió hacer la modelación, ya con los cambios obtenidos después de la implementación de la aplicación y el segundo resultado fue el desarrollo un manual de operación para el responsable de NPI, donde detalla todo lo que debe considerar, para mejorar el proceso y en caso de que se cambie al encargado, o responsable del área, el nuevo pueda seguir operando sin tantos conflictos.

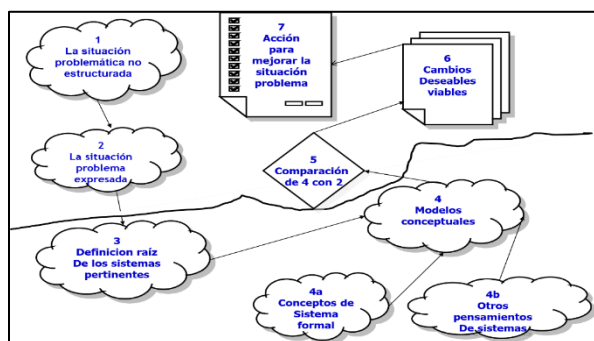


Figura 2. Esquema General de la Metodología de Peter Checklad (1993)

Se realizó una serie de diagramas para análisis sistemático, es de suma importancia plasmar cómo se comporta el departamento de NPI, cuál es su rol como líder de proyecto, además conocer cuáles son los roles y actividades que debe contener cada departamento con el que interactúa.[15]

Toma de datos Tiempo Invertido en el Proceso NPI

Se tomaron 30 datos, medidos en minutos de los cuales son conformados por corridas pilotos antes de la implementación, corridas piloto durante el proceso de entrenamiento y curva de aprendizaje del uso de la aplicación y corridas piloto después de la implementación de la mejora.

La totalidad de los datos se dividieron en dos tipos, factores ruido y factores de control, en los cuales los primeros son situaciones que generan ruido al tiempo de las corridas piloto, pero no se buscaban combatir o reducir con el uso de la aplicación (llegada tarde del equipo de producción a la línea, fallo en máquina de la estación) y los factores de control los cuales son situaciones que forman parte del tiempo tomado

durante la corrida piloto y se buscaban disminuir con el uso e implementación de la aplicación (falta de documentación de algún miembro del equipo, desorganización de los departamentos, faltante de conocimiento del rol y actividades de cada miembro del equipo durante la corrida piloto, etc). Estos últimos son imputables al área de NPI, y son factibles de mejorar, los primeros no, ya que son atribuibles a factores externos de control.

Como inicio para análisis estadístico se realizó una prueba de normalidad de los datos en Minitab®, para saber qué tipo de prueba es la adecuada, en caso de que los datos tengan comportamiento normal, se optará por el uso de una prueba paramétrica en la que se analizará diferencia de medias, por otro lado; para el caso de los datos no sean normales se optará por una prueba no para métrica en la que se analizara diferencia de medianas.

Para empezar, se realizó la prueba de normalidad para los factores ruido, antes y después de las mejoras y para los factores de control antes y después de las mejoras.

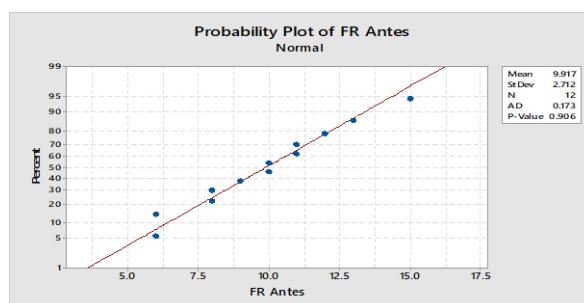


Figura 3. Prueba de Normalidad para Factores Ruido, Antes de las Mejoras

Dado que el valor p (probabilidad de cometer el error alfa), es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula:

$$\begin{aligned} H_0: & \text{"Los Datos Son Normales"} \\ H_1: & \text{"Los Datos No son Normales"} \quad \text{Ec. (1)} \end{aligned}$$

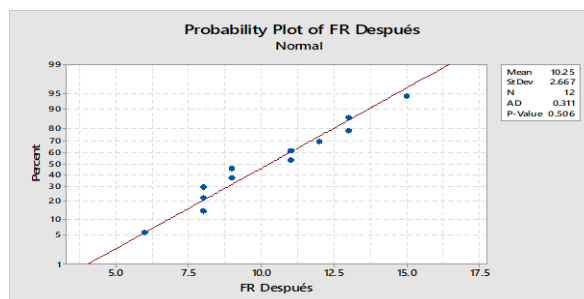


Figura 4. Prueba de Normalidad para Factores Ruido, Después de las Mejoras

Dado que el valor p (Probabilidad de cometer el error alfa), es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula:

H_0 : "Los Datos Son Normales"

H_1 : "Los Datos No son Normales" Ec. (2)

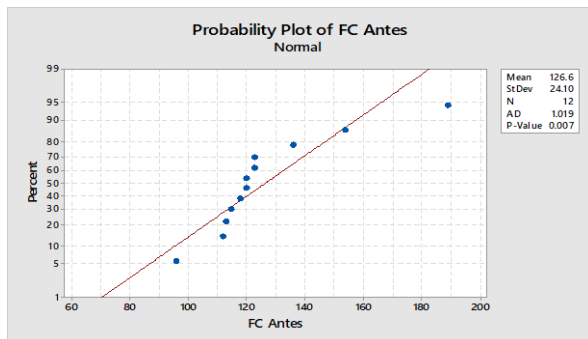


Figura 5. Prueba de Normalidad para Factores de Control, Antes de las Mejoras

Dado que el valor p es menor a 0.05, no puede aceptarse H_0 , los datos NO son Normales.

H_0 : "Los Datos Son Normales"

H_1 : "Los Datos No son Normales" Ec. (3)

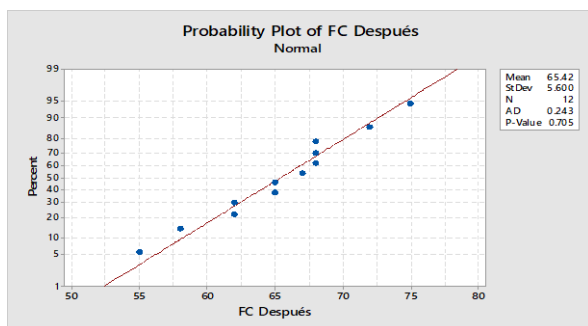


Figura 6. Prueba de Normalidad para Factores de Control, Después de las Mejoras

Dado que el valor p (Probabilidad de cometer el error alfa), es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula:

H_0 : "Los Datos Son Normales"

H_1 : "Los Datos No son Normales" Ec. (4)

Debe notarse que, la no normalidad de los datos, en una variable como la estudiada, puede denotar alguna característica de no uniformidad en las actividades realizadas.

Análisis de los Datos

Para el caso de los factores ruido, donde las dos muestras, antes y después de las mejoras, resultaron

normales, se realizó una prueba paramétrica de diferencia de medias, a un nivel de confianza del 95%. Las Hipótesis por probar son:

- Sea X_1 el tiempo consumido para la variable ruido
- Sea X_2 el tiempo consumido para la variable control

Entonces:

$H_0: \mu_1^{\text{Antes}} = \mu_1^{\text{Después}}$

$H_1: \mu_1^{\text{Antes}} \neq \mu_1^{\text{Después}}$ Ec. (5)

Antes de la prueba de igualdad de medias, es necesario verificar si las varianzas son iguales o no, por lo que debe probarse la Hipótesis:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

$H_1: \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ Ec. (6)

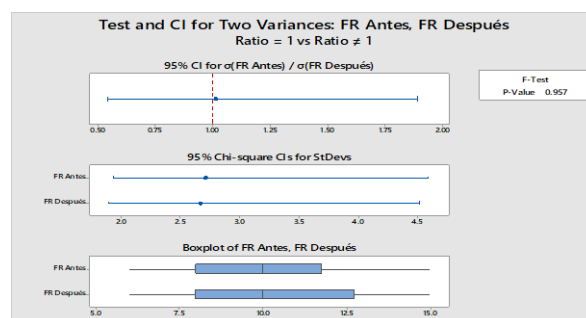


Figura 7. Análisis de Varianza Factores Ruido

Dado que la probabilidad de cometer el error alfa es de 0.957, no es posible rechazar H_0 ; las varianzas son iguales.

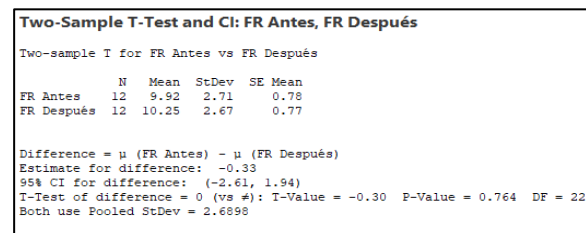


Figura 8. Análisis de Varianza Factores Ruido

Como el valor p es de 0.764, no es posible rechazar la hipótesis nula, las medias son iguales; no hubo cambio significativo en los tiempos considerados como ruido.

Para el caso de las variables control, una muestra no cumplió con el requisito de normalidad, mientras que la correspondiente a los cambios inducidos en el proceso de mejora, si lo fueron. Por esta razón se optó por

realizar una prueba no paramétrica para una diferencia de medianas, Mann-Whitney. Las hipótesis probadas son:

$$\begin{aligned} H_0: \tilde{\mu}_{\text{Antes}} &= \tilde{\mu}_{\text{Después}} \\ H_1: \tilde{\mu}_{\text{Antes}} &\neq \tilde{\mu}_{\text{Después}} \end{aligned} \quad \text{Ec. (7)}$$

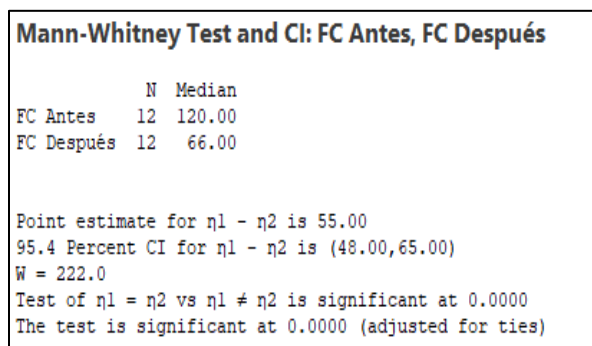


Figura 9. Prueba de Valores de Medianas Antes y Después de la Mejora

El nivel de significancia de la prueba, valor-p, es 0.0000, por lo que puede rechazarse con toda confianza la hipótesis nula y, considerando el cambio de signo en el intervalo de confianza, los tiempos de los factores de control (X2), son significativamente menores.

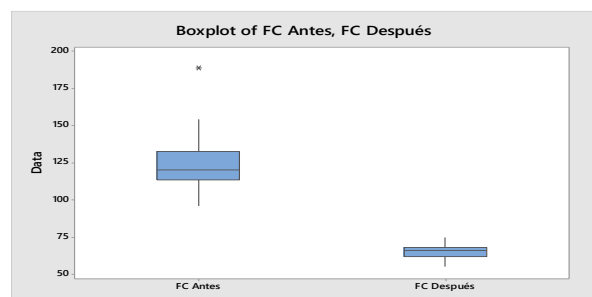


Figura 10. Gráfica de Box Plot para Factores de Control

En la figura 10 puede apreciarse la diferencia entre el antes y el después de las mejoras. Después de la caracterización del proceso, tanto el tiempo promedio como la dispersión se redujeron considerablemente, por lo cual se concluye que la aplicación de la metodología de sistemas blandos en conjunto con la tecnología contribuye positivamente a la reducción de tiempo muerto por corridas piloto.

CONCLUSIONES

En este capítulo se hace mención las conclusiones del estudio y sus recomendaciones de acuerdo a lo desarrollado y los resultados que se obtuvieron. Las corridas piloto en la empresa son de gran importancia,

ya que gracias a ellas dar entrada a nuevos modelos que en un futuro y después de su desarrollo se pueden convertir en modelos de producción normal, dando resultados de utilidades. En la empresa en la cual se desarrolló el estudio se usa las líneas de producción normal para validaciones de nuevos proyectos, los cuales se puede considerar tiempo no aprovechado para producción en masa, es por esto que se identificó la ventana de oportunidad en la reducción de tiempo para la corrida piloto, con el objetivo de tener un mejor aprovechamiento a las instalaciones, como se mencionó al inicio del estudio se observó que se tenía una deficiencia en la organización de los empleados participantes durante la corrida piloto, por lo cual al indagar no se tenía un sistema en donde se mencionen los roles, actividades, tiempo de entrega, además que se detectó la posibilidad de crear y desarrollar una aplicación orientada en dar recordatorios de la entrega y el almacenamiento para los entregables necesarios para la corrida.

Después de la representación de los modelos que muestra las actividades de cada departamento y las interacciones, al igual que el manual para el ingeniero de NPI en donde explica el rol del ingeniero, sus actividades, y como este se relaciona con cada departamento, se pudo dar un orden para las corridas piloto, lo que demostró que al no tener una organización durante las corridas piloto da pie a equivocaciones, falta de documentación, pérdida de información que en conjunto entrega una corrida piloto deficiente, generando tiempo excesivo en la corrida, ya que anteriormente al no tener la documentación lista el día requerido, los departamentos tendían a improvisar o realizar la documentación pendiente durante la misma corrida.

La importancia que tuvo el desarrollo de la aplicación fue tener un sistema que sirviera tanto de almacenamiento de documentación y herramienta como recordatorio a los departamentos con el objetivo de evitar tener una corrida piloto sin documentos, como se sabe la mente humana tiende a olvidar información esto por la carga de datos que almacenamos, el uso de herramientas tecnológicas ayuda a no confiar tanto en la memoria humana y de así evitar olvidar fechas de entrega o falta de realización de documentación indispensable para la corrida.

De acuerdo a los resultados mostrados en el capítulo cinco, se redujo el tiempo muerto de 120 minutos como promedio a 65 minutos en promedio por corrida piloto, se sabe que se benefició por el uso de la aplicación desarrollada por la empresa, pero esto fue en conjunto de llevar a cabo el desarrollo de la metodología de Peter Checklad en el cual se observó a la organización como

parte de un sistema en donde se demostró que cada departamento depende de otro como un eslabón en el proceso, se sabe que con la tecnología el humano busca desarrollar herramientas que beneficien a sus actividades laborales más sin embargo antes de que se desarrollen herramientas se debe tener claramente establecido cuestiones básicas, para este caso primero se definieron los puestos de trabajo, se establecieron las actividades, se definió el tiempo requerido de entrega para la documentación, se organizó e integro al personal, todo esto sirvió para alimentar la aplicación y así poder gestionar al sistema blando con la ayuda de la herramienta tecnológica.

La mayoría de las veces las empresas consideran que a mayor inversión mayor será el impacto de beneficio, pero con este estudio se pudo demostrar que al hacer cambios en la empresa en los cuales se invierta tiempo en la organización del personal, declaración a los roles de cada personal participante, traerá impacto económico, como en este caso la reducción en el de tiempo muerto en las corridas piloto y con ello el aprovechamiento de líneas de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alexandra, R. M. V. (2019). Implementación del área de transición de cables en una industria aeroespacial. caso: Collins Aerospace. <https://repositorio.cetys.mx/handle/60000/1122>
- [2] Checkland, P. (1992). Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas, Limusa, México.
- [3] Checkland, P. (1992). Pensamiento de Sistemas, Práctica de Sistemas, Limusa, México.
- [4] Hodge, B., Anthony, W. Gales, L. (2003). Teoría organizacional, un enfoque estratégico. 6ª Ed. Madrid, España: Prentice Hall.
- [5] García, A. B., Tarango L. E., Loera A. F. (2023). Administración de los cambios de ingeniería para reducir los Impactos negativos en el proceso de implementación. Revista IPSUMTEC, volumen 6, No. 7, julio – diciembre 2023.
- [6] Ackoff, R. L. (1979). Rediseñando el futuro. Editorial Limusa S.A. De C.V.
- [7] Agha, S., Alrubaiee, L. y Jamhour, M. (2012). Effect of core competence on competitive advantage and organizational performance. International Journal of Business and Management, 7(1), 192–204
- [8] Collins, C. y Clark, K. (2003). Strategic human resource practices, top management team social networks, and firm performance: The role of human resource practices in creating organizational competitive advantage. Academy of Management Journal, 46(6), 740–751.
- [9] León, R., Tejada, E., & Yataco, M. (2003). Las organizaciones inteligentes. Industrial data, 6(2), 82-87.
- [10] Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos, Baptista Lucio, María del Pilar (2014). Metodología de la investigación (6º ed.). México: McGraw Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- [11] Gulati, R., Lavie, D. y Madhavan, R. (2011). How do networks matter? The performance effects of interorganizational networks. Research in Organizational Behavior, 31, 207–224.
- [12] American Society for Training and Development. (1991). Basic of Employee Empowerment. Alexandria, VA. USA.
- [13] Chiavenato, I. (2004). Administración en los nuevos tiempos. 1ª Ed. Bogotá, Colombia: Mc-Graw Hill.
- [14] Marín-Idárraga, D. A., & Campos, L. Á. L. (2015). Estructura organizacional y relaciones inter-organizacionales: análisis en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud públicas de Colombia. Estudios Gerenciales, 31(134), 88-99.
- [15] BLAU G.J. (1985). A Multiple Study Investigation of the Dimensionality of Job Involvement, Journal of Vocational Behavior. Aug. Vol. 3, No. 1, 19-36.

SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA DISMINUIR COSTOS EN LOS DEPARTAMENTOS INVOLUCRADOS DEL PROYECTO TOOLING

Díaz González Paola Jaqueline¹, Tarango Hernández Luz Elena²

¹Maestría en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, paoladiaz1234@gmail.com, +52 656 860 8268, 32575.

²Maestra en Ciencias en Ingeniería Administrativa, Tecnológico Nacional, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, luz.th@cdjuarez.tecnm.mx.

Resumen -- Las empresas almacenan multitud de datos, como por ejemplo los registros de transacciones, accesos webs y portales corporativos [1]. La información, se convierte en una fuente de ventajas competitivas en un mundo globalizado, en un ambiente de incertidumbre y en constante cambio [2]

Un proceso de datos es el registro y manipulación necesaria para convertir los datos a un formato más apropiado o útil [3]. Los datos se originan en sistemas de transacciones operativas, como los sistemas de ventas, cuentas de clientes y manufactura, etc. [4]. Un sistema se puede definir como un conjunto o combinación de elementos o partes que forma un todo complejo o unitario, como un sistema de transporte o un sistema de organización y gestión [5].

Todo sistema utiliza como materia prima los datos, los cuales almacena, procesa y transforma para obtener como resultado final información. [6]. Ante la falta de un diagrama el cual según José Valero lo señala como infografías que están destinadas a aportar claridad.

De igual manera se requiere de herramientas para el administrador de proyectos, ya que es un medio o dispositivo que sirve para realizar mejor una operación cualquiera [7]

A inicios del proyecto, no existía un proceso determinado para la creación-compra de tooling. Sus principales problemas son el costo alto de ejecución y la comunicación, por tal motivo se llevó a cabo una simulación en un diagrama ilustrativo en Bizagi, plataforma de automatización de procesos que permite modelar, ejecutar y optimizar flujos de trabajo de forma visual. [8]. Por medio del uso de la simulación del sistema se logró disminuir los costos en el proceso de este, así como mantener una comunicación adecuada para la administración y el uso correcto de la información. Cada individuo conoce sus responsabilidades y actividades que deberá realizar para la gestión del sistema.

Palabras Clave: Departamento, Diagrama, Proceso, Proyecto, Sistema de información, Tooling.

Abstract -- Companies store a multitude of data, such as transaction records, web access and corporate portals [1]. Information becomes a source of competitive advantages in a globalized world, in an environment of uncertainty and constant change [2].

A data process is the recording and manipulation necessary to convert data into a more appropriate or useful format [3]. Data originates from operational transaction systems, such as sales, customer accounting, and manufacturing systems, etc. [4]. A system can be defined as a set or combination of elements or parts that form a complex or unitary whole, such as a transportation system or an organization and management system [5].

Every system uses data as raw material, which it stores, processes and transforms to obtain information as a final result. [6]. In the absence of a diagram which, according to José Valero, he points out as infographics that are intended to provide clarity.

In the same way, tools are required for the project manager, since is a means or device that serves to better perform any operation [7].

At the beginning of the project, there was no specific process for the creation-purchase of tooling. Its main problems are the high cost of execution and communication, for this reason a simulation was carried out in an illustrative diagram in Bizagi, a process automation platform that allows modeling, executing and optimizing workflows visually. [8]. Through the use of system simulation, it was possible to reduce costs in the system process, as well as to maintain adequate communication for the administration and correct use of information. Each individual knows their responsibilities and activities that they must carry out for the management of the system.

Keywords: Departments, Diagram, Information system, Process, Project, Tooling.

INTRODUCCIÓN

La información es un recurso vital de las organizaciones que tiene que administrarse como cualquier otro activo importante de una empresa. En la actualidad, las empresas no pueden sobrevivir o tener éxito sin información de calidad acerca de sus operaciones internas y su ambiente externo. Es la razón por la cual las organizaciones y sus administradores tienen que practicar la gestión de recursos de datos, una actividad administrativa que aplica tecnologías de sistemas de información (como administración de base de datos, almacenes de datos y otras herramientas de administración de datos) a la tarea de administrar los recursos de datos de una organización con el fin de satisfacer las necesidades de información de los participantes del negocio [9].

La empresa ABC, es una organización global de servicios de manufactura, desde el diseño hasta la distribución, ubicada en Ciudad Juárez, Chihuahua. La compañía es especialista en manufactura de distintos componentes, se ofrece un camino fluido hacia la escala y una estrategia de comercialización, al mismo tiempo que se reducen los costos y se cumplen con los más altos estándares de calidad. Se apoya a los clientes durante todo el ciclo de vida del producto. Su visión es hacer del mundo un lugar mejor, más limpio, más seguro, más saludable e inteligente.

En relación con esta investigación, los proyectos de tooling surgen de las necesidades de los clientes para la línea de producción de distintos productos dentro de la empresa ABC El Paso, Texas. Si en la línea de producción se requiere alguna maquinaria, herramienta, componente o se debe pagar algún servicio o tarifa relacionada con la producción o distribución del producto, el cliente asume este gasto mediante un proyecto denominado tooling el cual, inicia con una orden de compra (por sus siglas en inglés *purchase order*, PO), se factura bajo el nombre de cliente, orden de venta (*sales order*, SO) y un número de proyecto. Es importante mencionar el margen de ganancia que debe obtenerse en cada facturación. Ya que este indicador refleja la eficiencia de la administración para obtener el máximo rendimiento sobre la inversión [10].

Antecedentes

La Empresa ABC El Paso, TX., es una empresa global de servicios de manufactura, desde el diseño hasta la distribución. La compañía es especialista en manufactura de distintos componentes, se ofrece un camino fluido hacia la escala y una estrategia de comercialización, al mismo tiempo que se reducen los

costos y se cumplen con los más altos estándares de calidad. Se apoya a los clientes durante todo el ciclo de vida del producto. Su visión es hacer del mundo un lugar mejor, más limpio, más seguro, más saludable e inteligente.

En las organizaciones la interacción y relaciones de trabajo en equipo, es utilizado para lograr la cooperación entre los diferentes actores y la generación de nuevos proyectos, este aspecto se presenta como una de las grandes fortalezas. Esto en gran medida y gracias a la utilización constante y muy eficiente, por parte del grupo, de una metodología denominada “alianzas para el aprendizaje”, la cual agrupa y organiza a los diferentes actores [11].

Este proceso inicia con la cotización con el cliente, el gerente de proyecto (PM, *Program Manager*, por sus siglas en inglés) o por el servicio al cliente (por sus siglas en inglés *customer service*, CS), los cuáles son los que tienen la relación y con los clientes, cotizan el material (maquinaria o herramienta), agregan el valor de la mano de obra y generan un margen de ganancia para la empresa, el cual es del 15% (este porcentaje ya se encuentra dentro de la orden de compra). Si el cliente acepta, se envía una PO para que se realice la facturación y de esta forma el departamento de compras se encarga de la procuración de materiales o algunos servicios externos. Cuando se realiza la compra, se genera el gasto en las cuentas correspondientes, el cual debe ser localizado para referenciar a qué proyecto pertenece. Almacén se encarga del recibo de material y el departamento de cuentas por pagar (AP, *Accounts Payables* por sus siglas en inglés) se encarga del pago a proveedores, este procedimiento se explica de manera ilustrativa en la figura 1.

De esta manera, al final de cada mes se realiza un balance de las cuentas de tooling en relación con lo facturado y los gastos que se han realizado a lo largo del mes. De esta manera, se da a conocer si el proyecto aún tiene saldo disponible o si es un proyecto que sobrepasa el monto pactado con el cliente.

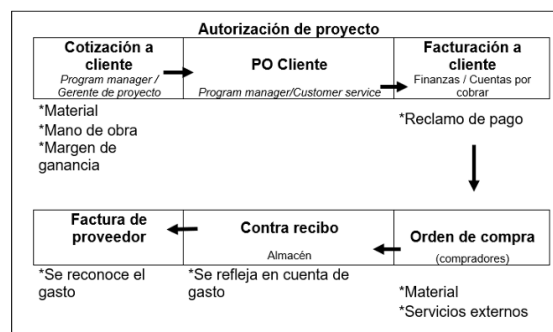


Figura 1 Departamentos Involucrados

estudio. Con este estudio se busca comprobar la hipótesis planteada para especificar e interpretar las relaciones, mediante el análisis de los resultados y la información obtenida.

De igual manera se habla de un estudio longitudinal, para este tipo de investigación, se caracteriza como el diseño que estudia y evalúa a las mismas personas por un periodo prolongado de tiempo [15]. En este caso, se analiza desde el inicio del proyecto tooling en el año 2022, a la actualidad año 2025.

Simulación- Creación de un Proyecto de Tooling

Para la simulación de estos procesos se utilizó un software el cual permite a las organizaciones modelar, automatizar y optimizar procesos de negocio críticos. Con su interfaz intuitiva, las empresas pueden mapear sus procesos existentes e identificar oportunidades de mejora. El software está disponible tanto en la nube como en las instalaciones del cliente[16].

Para la creación de un proyecto, los principales autores son el cliente y el *Program Manager*, el cual es dueño del proyecto de tooling y conoce todas las necesidades del cliente, de su producto y de su línea de producción. Es muy importante destacar la participación de los *PM's* por la comunicación de calidad que deben de mantener con todos los involucrados dentro de la organización y fuera de ella, como lo es el cliente. La comunicación entre todos los departamentos debe ser de calidad, mantenerse constante, para alcanzar los objetivos deseados y evitar conflictos dentro del proceso. En la figura 3 se muestra el diagrama de proceso propuesto de compras de tooling usando Bizagi.

Los *PM's*, realizan una junta o comunicación con los clientes, en la cual se negocia la compra de distintos componentes, maquinaria, mano de obra, entre otros elementos que puedan existir dentro de las necesidades de algún producto a desarrollar en línea de producción. Realizan una cotización en la cual se establece el 15% de ganancia para la empresa, por brindar este servicio. Ya que la empresa se encargará de cotizar y comprar con proveedores externos lo que se requiere en línea de producción, esto con la autorización y conocimiento del cliente.

Cuando el cliente autoriza la cotización, se envía una orden de compra, la cual recibirán los *PM's*, la cual será enviada al departamento de finanzas para la creación de la factura, nombre del proyecto y CT (número de proyecto). Este departamento es el encargado de administrar los movimientos tanto entradas como salidas de dinero de cada uno de los proyectos.

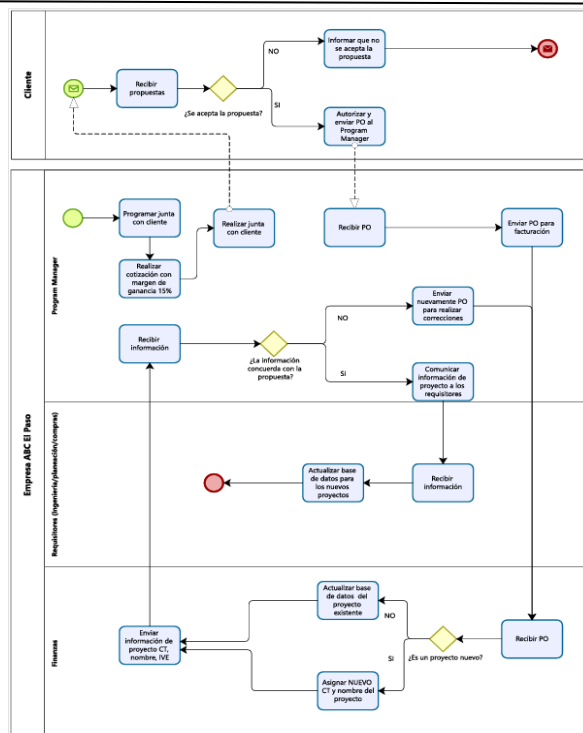


Figura 3 BPD Diagrama de Compras Propuesto de Tooling

Las requisiciones deberán tener la firma del departamento de finanzas para evitar el mal uso de las compras. Cuando el departamento de finanzas realice la facturación, asigne el CT (número de proyecto) y nombre, enviara la información al solicitante, que en todos los casos serán los *PM's*. Ellos se encargarán de brindar de igual manera esta información a todos sus posibles requisitores, los cuales pueden ser el departamento de compras, planeación o de ingeniería.

La comunicación entre todos los departamentos debe ser de calidad, mantenerse constante, para alcanzar los objetivos deseados y evitar conflictos dentro del proceso. En la figura 3 se muestra el diagrama utilizado para las compras de tooling:

Compra Autorizada de Tooling

El diagrama por analizar se encuentra en la figura 4, el cual explica los departamentos, recursos y actividades a desarrollar.

La compra inicia con lo requerido por cliente, este proceso es llevado a cabo mediante una requisición, la cual es realizada ya sea por el departamento de ingeniería, planeación o compras.

En este ejemplo el departamento de ingeniería será el encargado de realizar la requisición de algún tooling.

Tabla 1 Recursos Escenario Original

Recurso	Cantidad	Costo Fijo	Costo por hora
Program Manager	1	\$ 10.00	\$ 15.00
Analista financiero	1	\$ 8.00	\$ 13.00
Ingeniero	1	\$ 5.00	\$ 7.00

Obteniendo un costo total de recursos de \$9,651.15 dólares como se muestra en la figura 5, este costo parte del uso (tiempo) y honorarios de cada individuo involucrado.

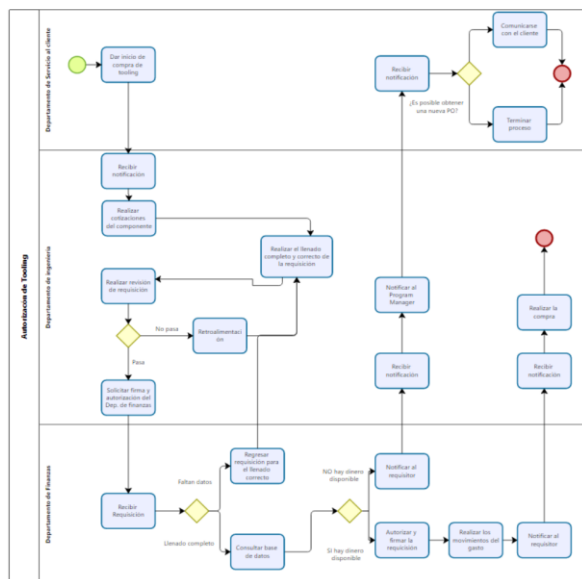


Figura 4 BPD Diagrama de Autorización de Tooling

El requisitor es el encargado de cotizar el componente, seleccionar la mejor opción, para luego realizar una requisición de compra de *tooling*. Al realizar la requisición deberá tener las firmas del departamento de finanzas, del departamento que requisita y de gerencia. La primera firma debe ser del departamento de finanzas, ya que en el departamento se encarga de analizar los movimientos del número de proyecto y confirmará la disponibilidad para la comprar, sin arriesgar el margen de ganancia.

Si el proyecto no tiene dinero disponible, se le notificará al requisitor y de esta manera el *PM* deberá comunicarse con el cliente para llegar a un acuerdo, en algunos casos el cliente puede enviar una nueva orden de comprar para que sea facturada y poder contar con los fondos suficientes, pero en otros casos el cliente no enviara otra requisición y el dinero disponible se utilizará para otra compra de menor valor. Si el proyecto tiene disponibilidad, se firma la requisición, con todas las firmas solicitadas se procederá con la compra del componente y de esta manera termina el proceso de una compra de tooling autorizada.

En el escenario original (tabla 1) se tiene la siguiente información:

Información del Escenario				
Nombre	Escenario original			
Unidad de tiempo	Minutos			
Duración	030,000000			
Recurso	Uso	Costo fijo total	Costo unitario total	Costo total
Program Manager	3,85 %	1.200	60,61	1.260,61
Analista financiero	9,42 %	1.824	128,36	1.952,36
Ingeniero	99,92 %	5.705	733,18	6.438,18
Total		8.729	922,15	9.651,15

Figura 5 Costo Total de Recursos Escenario Original

Obteniendo así un costo total por operaciones de \$8,135.00 dólares en todo el procedimiento de compras de tooling.

La comparativa se realiza en relación con el escenario 2 el cual presenta las siguientes modificaciones:

Para los recursos, se contrató a un ingeniero más para agilizar los tiempos y entregas de requisiciones, manteniendo el mismo costo fijo y por hora de cada uno de los empleados, como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2 Recursos Escenario 2

Recurso	Cantidad	Costo Fijo	Costo por hora
Program Manager	1	\$ 10.00	\$ 15.00
Analista financiero	1	\$ 8.00	\$ 13.00
Ingeniero	2	\$ 5.00	\$ 7.00

Obteniendo un costo total de recursos de \$9,166.24 dólares como se muestra en la figura 6, esto debido a la contratación de un ingeniero más para la optimización del proceso.

Obteniendo un costo total por operaciones de \$7,245.00 dólares, esto debido a los cambios realizados para disminuir el costo total del procedimiento.

Información del Escenario				
Nombre	Escenario 2			
Unidad de tiempo	Minutos			
Duración	030.00.00.00			
Recurso	Uso	Costo fijo total	Costo unitario total	Costo total
Program Manager	7.52 %	600	67,17	667,17
Analista financiero	17.93 %	1.824	138,76	1.962,76
Ingeniero	99.72 %	5.705	831,3	6.536,3
Total		8.129	1.037,24	9.166,24

Figura 6 Costo Total de Recursos Escenario 2

Los cambios que se realizaron fueron los siguientes.

Reducciones de tiempos y modificación del personal

En la actividad de realización de cotizaciones del componente para el ingeniero, se tiene una distribución triangular del escenario original de 15 minutos más probable, 10 minutos mínimo y 20 minutos máximo, debido al aumento de personal, la actividad redujo sus tiempos en el escenario 2 de una distribución triangular de 12 minutos más probable, 8 minutos mínimo y 15 minutos máximo.

En la actividad realizar los movimientos de gastos para el analista financiero, se tiene una se tiene una distribución triangular del escenario original de 5 minutos más probable, 2 minutos mínimo y 7 minutos máximo, debido a un acuerdo con el empleado y su tiempo de eficiencia, la actividad redujo sus tiempos en el escenario 2 de una distribución triangular de 3 minutos más probable, 1 minutos mínimo y 5 minutos máximo.

Reducción del costo por actividad

Debido a la integración de un ingeniero que ayude al proceso de requisición y compra, el tiempo y costo del *Program Manager* disminuyo a \$5 dólares. En la actividad de realización de cotizaciones del componente para el ingeniero, el costo del escenario original es de \$10 dólares, mientras que en el escenario 2 el costo es de \$5 dólares, debido al aumento de personal y la disminución de tiempo al momento de realizar la actividad.

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este apartado utilizamos como estadístico de prueba a Minitab, el cual es software de análisis estadístico y de datos.

Primeramente, se revisó la normalidad de los datos y se plantea la siguiente hipótesis:

Ho: Los datos son normales.

Hi: Los datos no son normales.

En relación con el análisis del escenario original para los datos del *Program Manager*, se obtiene un *P value* de 0.796, como se puede observar en el siguiente análisis.

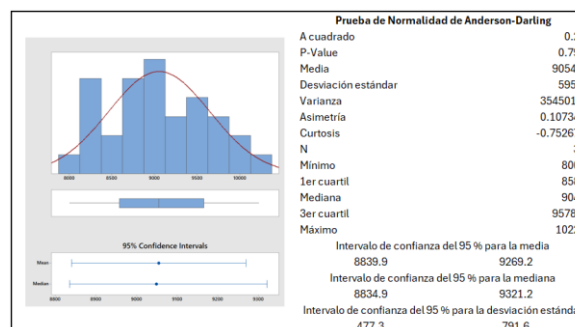


Figura 7 Prueba de Normalidad Original PM Minitab®.

Mientras que, para el escenario con la alternativa se obtiene un *P value* de 0.854, dando los siguientes resultados en su prueba de normalidad.

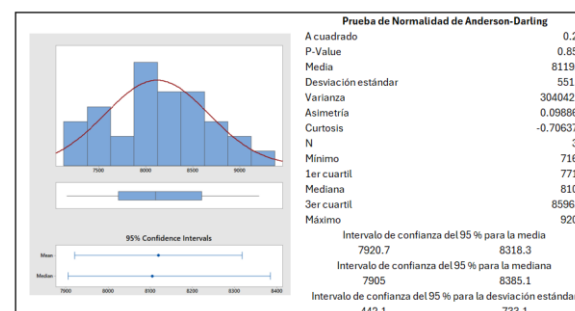


Figura 8 Prueba de Normalidad Alternativa PM Minitab®.

Con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis Nula (H_0), debido a que los datos obtenidos en ambos escenarios son normales, donde *P value* (0.796) > 0.05 en el escenario original y en el escenario alternativo *P value* (0.854) > 0.05.

Se realizó la prueba de varianza para verificar si las varianzas son iguales, donde proponemos la siguiente hipótesis:

Ho: $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$

Hi: $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Donde se obtienen los siguientes resultados según la figura 5.13, donde se obtiene un *P value* (0.672) > (0.05) se acepta la hipótesis nula:

Para finalizar se realizó la prueba de diferencia de medias, donde tendremos las siguientes hipótesis:

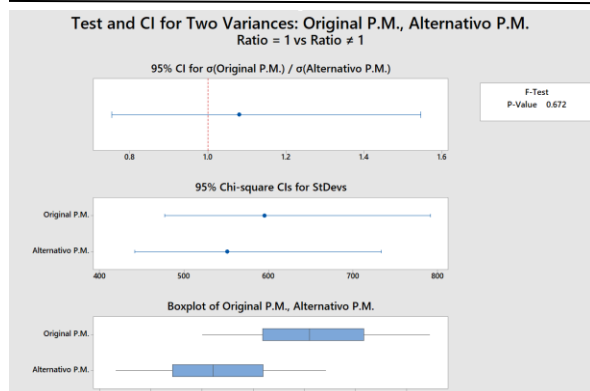


Figura 9 Prueba de Dos Varianzas Minitab®.

Ho: Media Original PM = Media Alternativa PM

Hi: Media Original PM $\neq$ Media Alternativa PM

El resultado de la prueba se presenta en la Tabla 3.

Tabla 3 Resultados de la prueba

Tipo de PM	N	Mean	StDev	SE Mean
Original PM	32	9055	595	105
Alternativo PM	32	8120	551	97

Diferencia = μ (PM original) - μ (PM alternativo)

Estimación de la diferencia: 935

IC del 95% para la diferencia: (648, 1322)

Prueba T de diferencia = 0 (frente a $\neq$): Valor T = 6,52

Valor P = 0,000 DF = 62

Ambos usan StDev agrupado = 573.8222

Con los datos obtenidos de Minitab® se obtiene que $648 \leq M1 - M2 \leq 1322$, se rechaza la Ho: es $\alpha = 0.05$ debido a que P value 0.000.

CONCLUSIONES

Para las actividades de ingeniería y analista financieros, gracias a sus modificaciones de tiempo, costo y personal se logró reducir el costo total por operaciones a un 11.48%, con un escenario original de \$8,135.00 dólares para pasar a un escenario 2 de \$7,201.00 dólares, la hipótesis no se rechaza, en el caso del *program manager*, hay que seguir analizando sus procedimientos para poder realizar alguna modificación o mejora.

El nivel de las pérdidas podrá disminuir aún más del presentado al fin del periodo 2025, recomendado que el sistema y sus diagramas presentados siga activo, así como la participación de cada uno de los departamentos involucrados.

En esta investigación los diagramas representan una manera muy útil para la comunicación porque simplifican la información, facilitando su comprensión y presentación. Permiten visualizar procesos, relaciones y estructuras de manera clara y concisa, lo que mejora la comunicación en diversos contextos como reuniones laborales, proyectos y presentaciones. Facilitan la comprensión e identificación de problemas, mejoran la comunicación y colaboración, todo esto con el fin de aumentar la productividad y alcanzar los objetivos esperados.

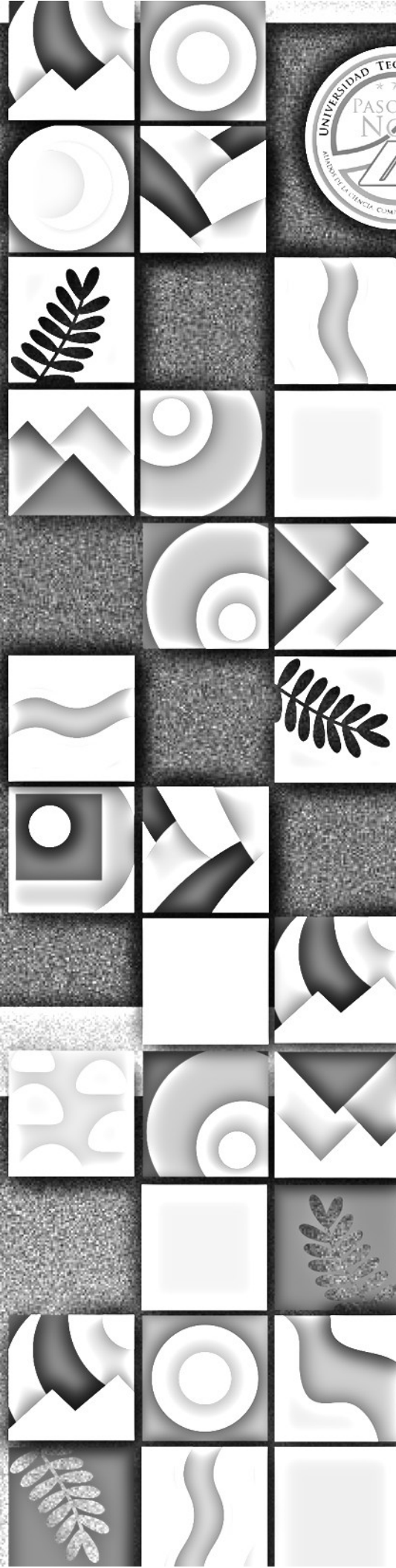
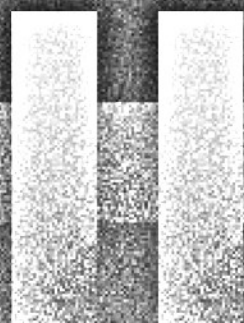
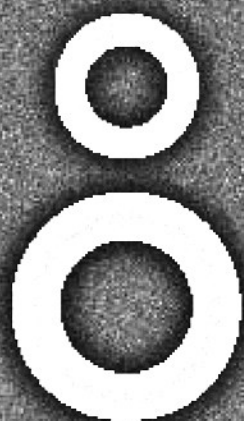
BIBLIOGRAFÍA

- [1] Morales, J. C. (2011). Sistemas de información de la empresa. Barcelona: UOC.
- [2] Lorracha, E. R. (2017). Nuevas tendencias en los sistemas de información. Madrid: Centro de estudios Ramón Araces, S.A.
- [3] Boshoff, E. (2010). Gestión del conocimiento en los proyectos informáticos.
- [4] Laudon, K. y Laoudon J. (2012). Sistema de información gerencial. México: Pearson.
- [5] Hersh, S. L. (2002). Obtenido de OCDE. <http://cholonautas.edu.pe/modulo/upload/tallmosc.pdf>
- [6] Trasobares, A. H. (2014). Los sistemas de información: evolución y desarrollo.
- [7] Zacarías Torres., Helí Torres. (2014). Administración de proyectos. México: Grupo patria.
- [8] Neuronet. (17 de mayo de 2023). Obtenido de <https://neuronet.cl/bizagi-que-es-ejemplos-de-uso/>
- [9] James A. O'Brien, George M. Marakas. (2006). Sistema de información gerencial. México: McGraw-Hill.
- [10] Gerardo Guajardo Cantu, Nora E. Andrade De Guajardo. (2008). Contabilidad Financiera. McGrawHill.
- [11] Munch, L. (2010). Gestión organizacional enfoques y proceso administrativo. México: Pearson.
- [12] Musguira, A. (2025). QuestionPro. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/tipos-de-investigacion-de-mercados/>
- [13] Arias, F. (2006).
- [14] Universidad Cesar Vallejo. (2023). Studocu.
- [15] Myers, D. G. (2006).
- [16] García, J. (2014). Technology Evaluation Centers.

Revista Científica

Basachí

ISSN-2954-520X



**VOLUMEN 3,
NÚMERO 2**