

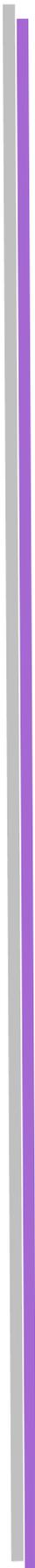
REVISTA CIENTÍFICA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

e-ISSN: 2709-992X
Volumen 2, Número 1, Año 2022.

Buenas prácticas
en el **rol de la autoría**
en las publicaciones
científicas



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE SAN MARTÍN



© Universidad Nacional de San Martín
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática
Jr. Maynas N° 177, Tarapoto - Perú

Editor:
Fondo Editorial

Editorial:
Universidad Nacional de San Martín

Diseño de portada:
Lic. Manuel Angel Rojas Torres

Volumen 2, Número 1, Año 2022

DOI: <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1>
ISSN: 2709-992X (En línea)
Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2022-XXXX

Tarapoto, San Martín, Perú, enero 2022.

EQUIPO EDITORIAL

EDITOR JEFE

Ing. Dr. Miguel Angel Valles Coral, Universidad Nacional de San Martín, Perú

EDITORES ASOCIADOS

Ing. Dr. José Miguel Barrón-Adame, Universidad Tecnológica del Suroeste de Guanajuato, México

Ing. Dr. Raciél Yera Toledo, Universidad de Jaén, España

Ing. Mg. Richard Enrique Injante Oré, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Ing. M. Sc. (c) Lloy Pinedo Tuanama, Universidad Nacional de San Martín, Perú

EDITOR EJECUTIVO

Ing. M. Sc. (c) Jorge Raul Navarro Cabrera, Universidad Nacional de San Martín, Perú

COMITÉ EDITORIAL

Ing. Dr. Juan Gabriel Colonna, Instituto de Computação da Universidade Federal do Amazonas, Brasil

PhD. Himer Avila George, Universidad de Guadalajara, México

Ing. Dr. Victor Manuel Cornejo Aparicio, Universidad Nacional de San Agustín, Perú

Ing. Dr. José Manuel Castillo Cara, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España

COMITÉ CIENTÍFICO

Ing. Dr. Dewar Wilmer Rico Bautista, Universidad Francisco de Paula Santander, Colombia

Ing. Dr. David Santos Mauricio Sanchez, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

PhD. Herbert Oliveira Rocha, Universidad Federal de Roraima, Brasil

Ing. Edison Effer Apaza Tarqui, Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú

M. Sc. Carlos Eduardo Cañedo Figueroa, Universidad Autónoma de Chihuahua, México

Dr. Maximiliano Epifanio Asís López, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Huaraz, Perú

M. Sc. Cristian A. Martínez, Universidad Nacional de Salta, Argentina

M. Sc. Nemías Saboya Ríos, Universidad Peruana Unión, Lima, Perú

Dr. Luis Antonio Rivera Escriba, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

Dra. Norka Norali Bedregal Alpaca, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

Ing. Michael Leonardo Andina Zambrano, Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador

Mg. Carlo José Luis Corrales Delgado, Universidad Nacional de San Agustín, Perú

Lic. M. Sc Edwin Augusto Hernández Torres, Universidad Nacional de San Martín, Perú

Dra. Karim Guevara Puente de la Vega, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú

GESTOR DE LA REVISTA

Ing. Juan Velazco Mises

DIAGRAMADORA

Est. Kasidy Argandoña Del Aguila

DISEÑO GRÁFICO

Lic. Manuel Angel Rojas Torres

CORRECTORA DE ESTILO

Bach. Itzel Garagay Mozombite

AUTORIDADES

RECTOR

Dr. Aquilino Mesías García Bautista

VICERRECTORA DE INVESTIGACIÓN

Dra. Alicia Bartra Reátegui

VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. Rossana Herminia Hidalgo Pozzi

DECANO FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

Lic. M. Sc. Marco Armando Gálvez Díaz

ÍNDICE DE CONTENIDO

EDITORIAL

Editorial: Buenas prácticas en el rol de la autoría en las publicaciones científicas e284

ARTÍCULOS ORIGINALES

Simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones
aceiteras del Shanusi para planificar escenarios futuros de producción e133

Pensamiento sistémico en el modelo de resolución de problemas en estudiantes
de tercer grado de secundaria e162

Discriminación de masas mamográficas mediante *K-Nearest Neighbor* y atributos
BIRADS e225

Enfoque sistémico-cibernético en el diseño de sistema de gestión de una institución
de educación superior universitaria e250

Modelo sistémico con enfoque en disciplinas individuales de las organizaciones
inteligentes y la eficiencia organizacional: "Yo soy el cambio" e264

Acceso a recursos tecnológicos y rendimiento académico en tiempos de pandemia
y aislamiento social obligatorio e296

ARTÍCULOS DE REVISIÓN

Computación Tradicional, Quantum y sus futuras aplicaciones e201

Repercusión e importancia de la automatización del trámite documentario en las
instituciones públicas e266

El derecho del acceso a la información, transparencia de la gestión pública y
datos abiertos en los gobiernos locales del Perú e274

Buenas prácticas en el rol de la autoría en las publicaciones científicas

Best practices in the role of authorship in scientific publications

García-Estrella, Cristian Werner [ 0000-0002-5687-8694]

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

✉ cgarcia@unsm.edu.pe

Recibido: 17/11/2021;

Aceptado: 17/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Cómo citar / Citation: García-Estrella, C. W. (2022). Buenas prácticas en el rol de la autoría en las publicaciones científicas. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e284. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.284>

Las revistas científicas de acceso abierto han incrementado exponencialmente el número de publicaciones y el número de autores respectivamente, los cuales pueden publicar un artículo científico y hacerse responsable de su contenido. Generalmente, el autor principal mantiene esa denominación y los otros autores suelen denominarse como coautores, sin embargo, la autoría de un manuscrito es responsabilidad entera de todos los que consignan sus datos en el mismo. En muchos artículos científicos, los autores suelen invitar a otros profesionales para colaborar con los manuscritos, esta es una práctica que permite compartir diferentes puntos de vista, mejorar la calidad de la redacción científica e incluir a investigadores de diferentes nacionalidades (J et al., 2017). A través de esta invitación, suele desarrollarse una mala práctica en las publicaciones científicas de las revistas de acceso abierto que están iniciando el camino hacia una mayor visibilidad, debido a que suelen convocar a los colegas de sus ambientes académicos, con los que comparten espacios de trabajo comunes, esta práctica se denomina la autoría honorífica.

La autoría honorífica es aquella que permite la inclusión de investigadores de manera injustificada con el ánimo de figurar como autores o coautores en una publicación, en la cual, no tienen ninguna responsabilidad, ningún aporte significativo (Reyes B., 2018) o no contribuye al desarrollo de la investigación (Fong & Wilhite, 2017). Tanto Luiten et al. (2018) y Schonhaut (2019) coinciden que existen 3 tipos de autores honoríficos, el primero se denomina autoría de regalo, es aquella que incluye coautores por retribuir “favores profesionales”, el segundo se denomina autoría por invitación, es aquella que incluye a un investigador de mayor nivel para “incrementar” la calidad del manuscrito y el tercero se denomina autoría coercitiva, es considerada la más severa de las anteriores, ya que en esta, el grupo de investigación decide la inclusión o exclusión de coautores.

Según Nurmohamed et al. (2021), la autoría honorífica afecta directamente la integridad de las publicaciones en las revistas científicas, ya que puede darse el caso, de que la investigación puede registrar irregularidades en el proceso editorial, por esta razón, la transparencia sobre las decisiones en la autoría de un manuscrito es importante, ya que establece buenas prácticas, mantiene la honestidad en la investigación y establece altos niveles de responsabilidad sobre los artículos científicos (Dynako et al., 2020).

Aunque existen revistas científicas que contienen secciones dedicadas a las buenas prácticas, los autores deben asegurar a las revistas que los coautores hayan desarrollado parte

del trabajo, el cual se declara en la sección de las contribuciones, con la finalidad de incrementar las buenas prácticas editoriales, la misma que es responsabilidad de la revista y de los autores que someten sus investigaciones. (Alfonso et al., 2019)

Un estudio de Eisenberg et al. (2018), sugiere que los coautores son asignados solo por el hecho de realizar alguna tarea específica en el desarrollo de la investigación, además, solicitar la denominación de coautor en una investigación, corresponde a un mal hábito asumido por muchos jefes inmediatos superiores motivados por su jerarquía o por el intercambio de “favores profesionales”, la práctica de la autoría honorífica afecta negativamente la confianza del público y la buena reputación de las revistas científicas (Abad-García, 2019).

Para evitar esta mala práctica, Smith & Master (2017) establecen 5 pasos para evitar la presencia de autores honoríficos en las publicaciones científicas, los pasos que consideran son los siguientes: en primer lugar, se deben establecer, de manera clara, los roles y responsabilidades sobre la investigación; en segundo lugar, establecer quién será el autor y quienes serán los coautores; en tercer lugar, establecer un diálogo continuo sobre la contribución por parte del autor y de los coautores durante el desarrollo del estudio; en cuarto lugar, tomar las decisiones sobre la publicación antes de presentarlo, finalmente, redactar la declaración de autoría y la contribución que ha desarrollado el autor y los coautores.

Zamora-fung & Habana (2021) sugieren que las revistas científicas deben establecer claramente los criterios de autoría evaluándolas de manera crítica (Gadjradj et al., 2020) y exigir a los autores y coautores la declaración de los roles y contribuciones de los artículos sometidos.

Una manera eficiente de establecer las responsabilidades en las autorías de las publicaciones científicas, es a través de la implementación de la taxonomía de roles de colaboración académica conocida por sus siglas en inglés como CRediT, esta taxonomía permite reconocer la contribución de cada autor y coautor en un artículo científico, garantizando un reconocimiento justo para su labor de investigación desarrollada. (Hernández Moreno, 2021)

Con todo lo mencionado, invitamos a todos nuestros contribuyentes evitar esta práctica deshonestas, de esta manera, mejorar los procesos editoriales para fortalecer la confianza con el público y la calidad en las publicaciones científicas, sugerimos como lo hacen Aliukonis et al. (2020), que en las universidades, como principales proveedoras de revistas de acceso abierto (Bongiovani & Miguel, 2019), incluyan tópicos sobre ética en sus planes de estudio, para fortalecer la actividad de investigación en la juventud universitaria y el acceso global y democrático de las publicaciones científicas (Uribe-Tirado et al., 2019).

Referencias bibliográficas

- Abad-García, M. F. (2019). Plagiarism and predatory journals: A threat to scientific integrity. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 90(1), 57.e1-57.e8.
<https://doi.org/10.1016/J.ANPEDE.2018.11.006>
- Alfonso, F., Zelveian, P., Monsuez, J. J., Aschermann, M., Boehm, M., Hernandez, A. B., Wang, T. D., Cohen, A., Izetbegovic, S., Doubell, A., Echeverri, D., Enç, N., Ferreira-González, I., Undas, A., Fortmüller, U., Gatzov, P., Ginhina, C., Goncalves, L., Addad, F., ... Shumakov, V. (2019). Authorship: From credit to accountability. Reflections from the Editors' Network. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 38(7), 519–525.

<https://doi.org/10.1016/J.REPC.2019.07.005>

- Aliukonis, V., Poškutė, M., & Gefenas, E. (2020). Perish or Publish Dilemma: Challenges to Responsible Authorship. *Medicina 2020*, Vol. 56, Page 123, 56(3), 123. <https://doi.org/10.3390/MEDICINA56030123>
- Bongiovani, P. C., & Miguel, S. E. (2019). How open is the scientific production of Argentine Social Sciences researchers? *Palabra Clave*, 9(1). <https://doi.org/10.24215/18539912E080>
- Dynako, J., Owens, G. W., Loder, R. T., Frimpong, T., Gerena, R. G., Hasnain, F., Snyder, D., Freiman, S., Hart, K., Kacena, M. A., & Whipple, E. C. (2020). Bibliometric and authorship trends over a 30 year publication history in two representative US sports medicine journals. *Heliyon*, 6(3), e03698. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2020.E03698>
- Eisenberg, R. L., Ngo, L. H., Heidinger, B. H., & Bankier, A. A. (2018). Honorary Authorship in Radiologic Research Articles: Assessment of Pattern and Longitudinal Evolution. *Academic Radiology*, 25(11), 1451–1456. <https://doi.org/10.1016/J.ACRA.2018.02.023>
- Fong, E. A., & Wilhite, A. W. (2017). Authorship and citation manipulation in academic research. *PLOS ONE*, 12(12), e0187394. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0187394>
- Gadjradj, P. S., Peul, W. C., Jalimsing, M., Sharma, J. R. J. A., Verhemel, A., & Harhangi, B. S. (2020). Who should merit co-authorship? An analysis of honorary authorships in leading spine dedicated journals. *The Spine Journal*, 20(1), 121–123. <https://doi.org/10.1016/J.SPINEE.2019.08.008>
- Hernández Moreno, V. (2021). *Implementación de la taxonomía CRediT (Contributor Roles Taxonomy) Implementation of the Contributor Roles Taxonomy (CrediT)*. 25(1), 1–6.
- J, J., M, L., RJ, O., & RS, T. (2017). “Political co-authorships” in medical science journals. *Clinical anatomy (New York, N.Y.)*, 30(6), 831–834. <https://doi.org/10.1002/CA.22932>
- Luiten, J. D., Verhemel, A., Dahi, Y., Luiten, E. J. T., & Gadjradj, P. S. (2018). Honorary Authorships in Surgical Literature. *World Journal of Surgery* 2018 43:3, 43(3), 696–703. <https://doi.org/10.1007/S00268-018-4831-3>
- Nurmohamed, F. R. H., Voigt, I., Awadpersad, P., Matawlie, R. H. S., & Gadjradj, P. S. (2021). Authorship decision-making in the field of orthopedic surgery and sports medicine. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 21, 101531. <https://doi.org/10.1016/J.JCOT.2021.101531>
- Reyes B., H. (2018). Problemas éticos en las publicaciones científicas. *Revista médica de Chile*, 146(3), 373–378. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872018000300373>
- Schonhaut, L. (2019). Integridad y conductas inapropiadas en investigación biomédica Integrity and misconduct in biomedical research. *ARTÍCULO ESPECIAL Rev Chil Pediatr*, 90(2), 217–221. <https://doi.org/10.32641/rchped.v90i2.1034>
- Smith, E., & Master, Z. (2017). Best Practice to Order Authors in Multi/Interdisciplinary Health Sciences Research Publications. <http://dx.doi.org/10.1080/08989621.2017.1287567>, 24(4), 243–267. <https://doi.org/10.1080/08989621.2017.1287567>
- Uribe-Tirado, A., Ochoa-Gutiérrez, J., Pallares, C., Restrepo-Quintero, D., Vélez-Cuartas, G.,

Robledo-Velásquez, J., Gómez-Molina, H., Correa-Tabares, M. C., Calle-Mosquera, J., & Osorio-López, A. M. (2019). Situation of open access in universities. Case and model of analysis at University of Antioquia. *Palabra Clave*, 9(1).

<https://doi.org/10.24215/18539912E078>

Zamora-fung, R., & Habana, L. (2021). *Autoría y dilemas éticos en la publicación científica*. *Authorship and ethical dilemmas in scientific publishing Referencias bibliográficas*. 2021(1), 4–6. <http://revmedicina.sld.cu/index.php/med/article/view/1604>

Conflicto de intereses

Ninguna.

Artículo original / Original article

Simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi para planificar escenarios futuros de producción*

Simulation of assisted entomophilic pollination process in Shanusi oil plantations to plan future production scenarios

Zamora-Pinedo, Herson  0000-0002-0727-8553¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

✉ Hezapi.21@gmail.com

Recibido: 20/10/2021;

Aceptado: 22/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: Las plantaciones de palma aceitera requieren de manejo y control de variables que permitan garantizar un exitoso proceso de cosecha, en el que garanticemos altos niveles de eficacia de las plantaciones y eficiencia en el uso de los recursos asignados. Diseñamos un modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras para la proyección de escenarios futuros de producción. Realizamos un estudio no experimental, de tipo descriptivo propositivo para generar el modelo de simulación aplicando la metodología de dinámica de sistemas. Trabajamos con una muestra de 72 palmicultores, cuyas parcelas están ubicadas en la de Región Loreto - Perú, a quienes aplicamos un instrumento para conocer el total de hectáreas, número de parcelas, área, año de siembra, hectáreas en producción, con una polinización natural, racimos por planta, kilos por planta y porcentaje de inflorescencia polinizada y sin polinizar. El resultado fue que planificamos escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida utilizando el modelo construido desde el año 2019 hasta el 2030. Concluimos que a través del modelo de simulación creado aplicando la metodología de dinámica de sistema es posible predecir escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi.

Palabras clave: dinámica; modelo; planificación; producción; sistemas

Abstract: Oil palm plantations require the management and control of variables that allow guaranteeing a successful harvesting process, in which we guarantee high levels of plantation effectiveness and efficiency in the use of assigned resources. We designed a simulation model of the assisted entomophilic pollination process in oil palm plantations for the projection of future production scenarios. We carried out a non-experimental study, of a descriptive purposeful type, to generate the simulation model applying the systems dynamics methodology. We work with a sample of 72 palm growers, whose plots are located in the Loreto Region - Peru, to whom we apply an instrument to know the total hectares, number of plots, area, year of sowing, hectares in production, with natural pollination. , racemes per plant, kilos per plant and percentage of inflorescence pollinated and not pollinated. The result was that we planned future production scenarios in oil palm plantations based on the simulation of the assisted entomophilic pollination process using the model built from 2019 to 2030. We conclude that through the simulation model created applying the methodology of system dynamics it is possible to predict future production scenarios in the Shanusi oil palm plantations.

Keywords: dynamic; model; planning; production; systems

*El artículo es el resultado de un trabajo de investigación para la obtención del título profesional en Ingeniería de Sistemas e Informática en la Universidad Nacional de San Martín, Perú.

Cómo citar / Citation: Zamora-Pinedo, H. (2022). Simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi para planificar escenarios futuros de producción. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e133. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.133>

I. Introducción

El problema de la polinización radica en la inadecuada distribución de los mosquitos polinizadores en las palmas aceiteras del Shanusi, lo cual demanda mayor tiempo y costo para dicho proceso y muchas veces por falta de mano de obra calificada se asignan tareas a personal que no ha sido capacitado; estos no realizaban un trabajo eficaz y eficiente, por consiguiente causan altas tasas de mortalidad de los mosquitos; además, se desconocen herramientas y tecnologías que ayuden a mejorar dicho proceso, por lo cual se realizó una simulación del proceso de polinización entomófila asistida para planificar escenarios futuros. Esto es respaldado por la afirmación de Jacome Bernal (2015) quien cuantifica la polinización asistida según los siguientes costos: El kilo de polen se compra a \$500.000 a un proveedor, el cual es el encargado de distribuir el polen a Salamanca Oleaginosas S.A., dos kilos alcanzan para una semana dependiendo de la explosión de flor que exista, para un total de 8 kilos de polen por mes, en un mes el costo del polen equivale a \$4.000.000. En un año el costo de la polinización equivale a \$48.000.000. Un bulto de 50 kg. Talco Inerte está costándole a la empresa \$23.000; el cual alcanza para utilizar hasta por un periodo de tiempo de un mes. Al año se gastan aproximadamente 12 bultos x \$23.000 es \$276.000, el costo total anual es de \$48.276.000.

En el presente estudio se ha identificado el desinterés por conocer nuevos procesos de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi debido a que los productores prefieren realizar el proceso de la manera tradicional, ya que no cuentan con herramientas o capacitaciones, lo que implica más tiempo y recursos ocasionando pérdidas de la producción; sin embargo, según Céspedes Reátegui (2014), expresa que en los últimos años se están incrementando áreas de cultivo de palma aceitera en la región Loreto y uno de los factores de la producción es el proceso natural de polinización que en interacción con las condiciones ambientales de la región hace que los medios polinizadores estén condicionados a ejercer una fecundación oportuna y adecuada, obteniendo en muchas plantaciones un bajo rendimiento de racimos, entonces será necesario desarrollar técnicas de polinización asistida; sin embargo, si no aplicamos una dosis adecuada de polen y talco el rendimiento de racimos y de frutos por racimos alcanzará baja productividad.

La investigación buscó verificar en qué medida la simulación del proceso de polinización entomófila asistida en las plantaciones aceiteras del Shanusi, contribuye en la planificación de escenarios futuros de producción. Se simuló el proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi, durante el 2018, donde caracterizamos dicho proceso de polinización entomófila asistida, además se diseñó un modelo de simulación del proceso que nos permitió planificar escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización.

La importancia de esta investigación radica en el control para tomar decisiones en el proceso de polinización. En base a ello, se busca simular escenarios del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi, durante el 2018 para lo cual se utilizaron los siguientes componentes: caracterización del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras, diseño del modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras y planificación de escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida.

Simulación proceso de polinización entomófila asistida

Para Cantú González et al. (2016), la utilización de la simulación en los procesos de manufactura sin lugar a duda es una herramienta de gran aprovechamiento para el desempeño operacional. Gracias a la simulación es posible tomar decisiones sobre probables cambios a efectuar en los procesos de manufactura sin tener que generar cambios físicos que puedan entorpecer las operaciones. El uso de la simulación de procesos mejora la eficiencia, incrementa la moral en el lugar de trabajo y en general contribuye al desempeño operacional.

La polinización

La palma aceitera produce flores masculinas y femeninas, en inflorescencias distintas y en forma separada, en una misma planta, de manera que se necesita trasladar el polen de una flor a otra, es por esta razón que se necesita de agentes polinizadores para asegurar un buen fructificación. La polinización se debe iniciar entre los 26 a 28 meses de sembrada la palma. Para asegurar la buena formación de frutos y racimos, con índices de extracción, de más de 20 %, es necesario hacer la polinización asistida, la cual puede ser manual o entomófila (Arévalo Solsol, 2010).

La polinización manual

Consiste en la utilización de una mezcla de polen – talco, la proporción de mezclas es de 20 partes de talco por uno de polen, de esta mezcla se espolvorea 0.1 gr/inflorescencia femenina, en estado de antesis (receptiva), tiene olor a anís. El polinizador debe revisar planta por planta para detectar las inflorescencias en estado receptivo, la flor permanece en este estado 03 días, luego caduca, el porcentaje de fructificación es de 60% de frutos normales (Arévalo Solsol, 2010).

La polinización entomófila

Las inflorescencias femeninas y masculinas emiten un suave olor a anís, que atraen especialmente a unos pequeños insectos (curculionidos), que se alimentan y se producen en las flores masculinas, estos insectos tienen el cuerpo cubierto de vellosidades al que se adhieren los granos de polen, que luego debe moverse entre las flores femeninas van liberando y asegurando la polinización. Uno de los insectos que mejor se ha establecido en plantaciones de América, es el *Elaeidobius Kamerunicus*, recomendado para la polinización entomófila. Se capturan los insectos en los cultivos adultos de más de 07 años de edad, luego se los libera en los cultivos jóvenes. La liberación de los polinizadores obedece a un sistema que asegure una población de 20.000 insectos/Ha. cada tres días. con la polinización entomófila, el porcentaje de fructificación es de 80%. Ambas modalidades de polinización se suspenden entre 6 y 7 años de edad de las Palmas, que es cuando la emisión de flores masculinas es suficiente para abastecer la necesidad de polen y los insectos polinizadores ya se han establecido asegurando de esta manera el fructificación de las flores femeninas en forma natural. El porcentaje de fructificación alcanza el 85 – 95% de frutos normales (Arévalo Solsol, 2010).

Escenarios futuros

Baranzelli et al. (2017) señala que comprender el presente, analizar los requerimientos del porvenir y elaborar escenarios futuros. La comprensión del presente se refiere a conocer qué ha sido el sistema territorial los últimos cincuenta años, es decir, hacer una retrospectiva. Trata, en suma, de identificar el mayor número posible de variables que incidieron e inciden en el comportamiento de un territorio. El análisis de los requerimientos de porvenir se refiere a ubicar

las variables del sistema territorial en tendencias pesadas, emergentes y hechos portadores de futuro. Luego, hacer un análisis estructural para conocer la influencia o la dependencia de las variables contrastadas entre sí. La elaboración de escenarios versa sobre la elaboración de hipótesis y un análisis del comportamiento para finalmente construir escenarios futuros para un sistema territorial. Incluye, además, optar con la variable largo plazo sobre un escenario futuro deseado.

Tiempo de proceso, costo del proceso, número de inflorescencia femenina polinizadas mensualmente, número de recurso humanos.

Para Fontanilla et al. (2016), los híbridos son materiales que debido a sus condiciones fisiológicas requieren polinización asistida durante toda su vida útil, por lo cual un inversionista que desee sembrar estos materiales debe considerar la disponibilidad de mano de obra en la zona.

Realizar polinización asistida implica contar con operarios que además de polinizar, realicen otras labores como alistar insumos y materiales, supervisar la labor de polinizadores y apoyar. Se muestran los requerimientos de mano de obra que tienen las nueve plantaciones visitadas entorno a la labor de polinización, así como los rendimientos y el área que cubren. Los costos reportados por las plantaciones participantes. El costo promedio en las plantaciones de la zona oriental fue de \$1.032.003/ha, que incluye la mano de obra de polinización y supervisores de la misma, los insumos (polen + talco), el costo de administración y el transporte de los operarios, así como bonificaciones monetarias pagadas para incentivar la labor.

Tabla I. Costos de polinización

Zona	Plantación	Costo (\$/Ha)	Nº de veces en el año que ingresan a una hectárea
Oriental	A	962.500	150
	B	1.100.000	156
	C	1.033.000	156
Suroccidental	G	883.894	-
	H	700.000	156
	I	845.988	156

Fuente: Fontanilla et al. (2016).

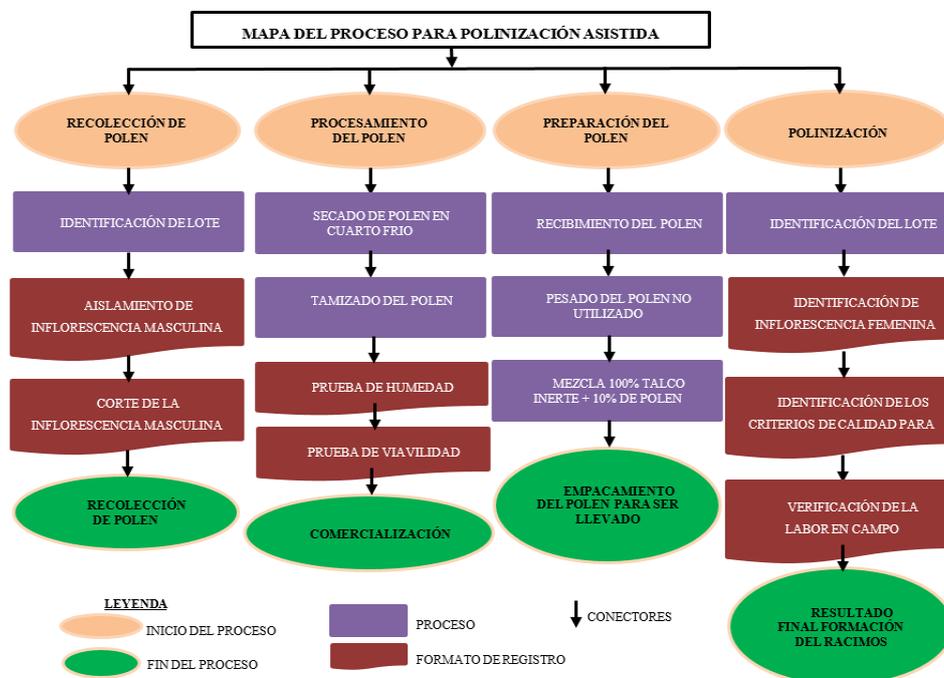
2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi que se encuentra ubicado en el Distrito de Pampa Hermosa, Provincia de Alto Amazonas, Región Loreto. Geográficamente se encuentra situada entre las coordenadas 370580 N y 9322964 E, con una altitud de 126 m.s.n.m. Las condiciones climatológicas son estables y favorables para la producción y crecimiento de la palma aceitera. La información climatológica se recuperó de la fuente Climate-Data.org (2019). El clima está clasificado como tropical con precipitaciones significativas, incluso en el mes más seco hay mucha lluvia. Esta ubicación está clasificada como Af po2r (García, 2004).

Se aplicó un nivel descriptivo propositivo, para realizarlo, se ha llevado a cabo un estudio de las características del proceso de polinización entomológica asistida a través del estudio de diferentes teorías reflejadas en el marco teórico y también en gabinete, ya que se asistió a campo y en el mismo se hizo la recolección de datos mediante instrumentos. De una población de 370 palmicultores se tomó a una muestra de 72 en un estudio no experimental para recoger los

datos y características del proceso productivo de palma aceitera. En la descripción del proceso de Polinización entomófila asistida para el área de palmas aceiteras del Shanusi – Yurimaguas, se utilizó como medio de recolección de investigación la entrevista, la cual brinda la posibilidad de conocer el entorno del palmicultor.

Figura 1. Diagrama de secuencia de la distinción de regiones en los fotogramas del video.



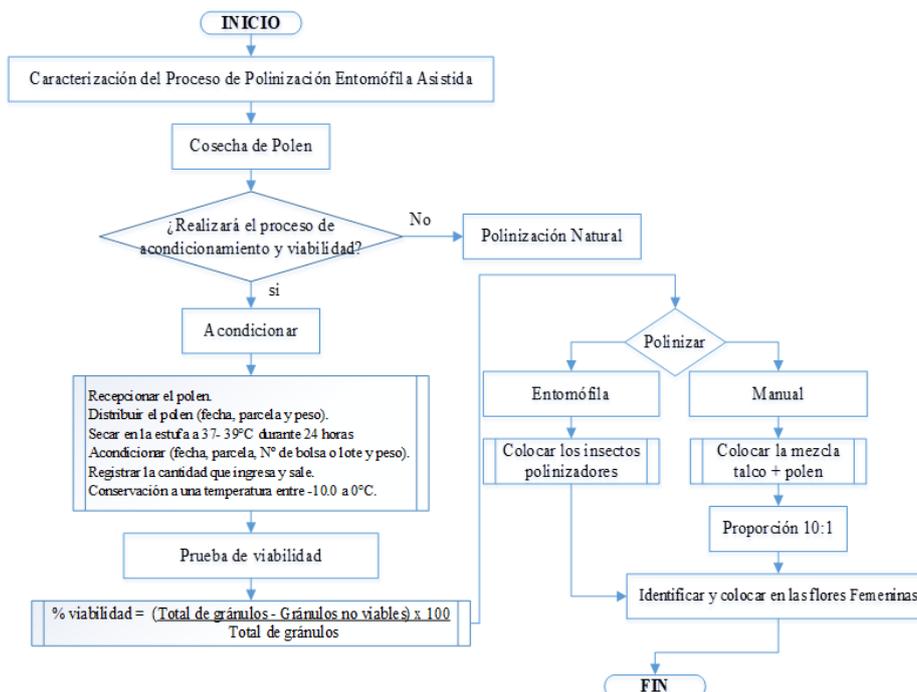
Fuente: Torres Beltran (2014).

3. Resultados y discusión

3.1. Caracterización del proceso de polinización

Para la caracterización del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras del Shanusi se realizó el siguiente diagrama que ayudó a tener un mejor entendimiento de dicho proceso (Figura 2).

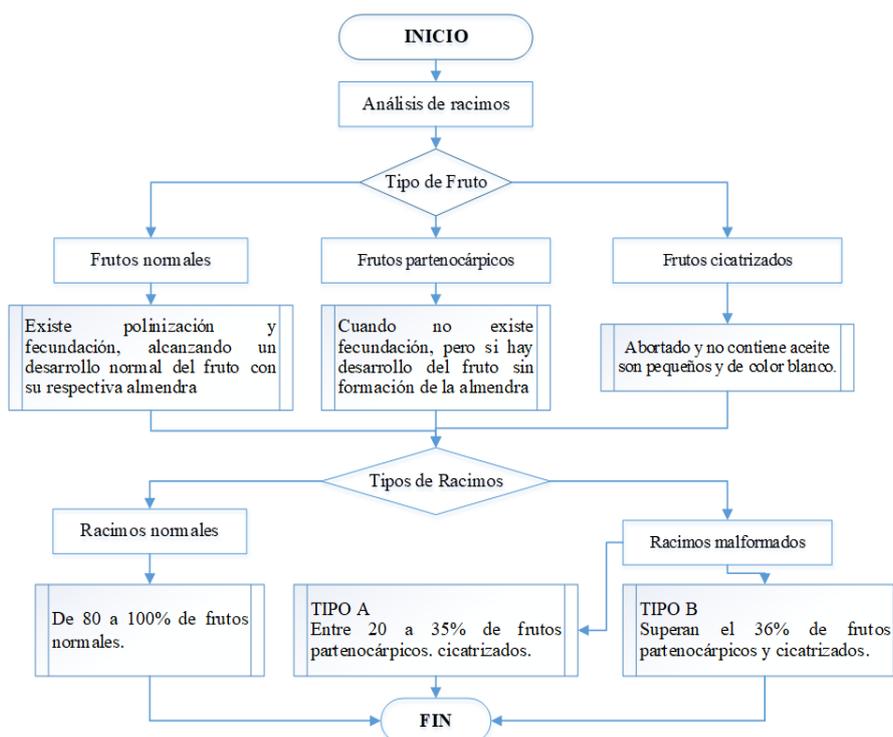
Figura 2. Caracterización del proceso de polinización.



3.2. Análisis de tipos frutos y tipos de racimos

Para el análisis de tipo de fruto y racimo se realizó el siguiente diagrama, según la entrevistas y datos recolectados en la investigación (Figura 3).

Figura 3. Análisis de tipos de frutos y tipos de racimos.



Según Indupalsa (2018), se logró acopiar un total de 66,042.39 TM de racimos de fruta fresca de palma (RFF) de los cuales el 58.52% procede de la zona de Loreto y el 41.48% de la zona de San Martín existiendo una extensión agrícola aproximadamente entre estas dos regiones de 6,110 has de palma aceitera. A continuación, se detalla el acopio total por sectores.

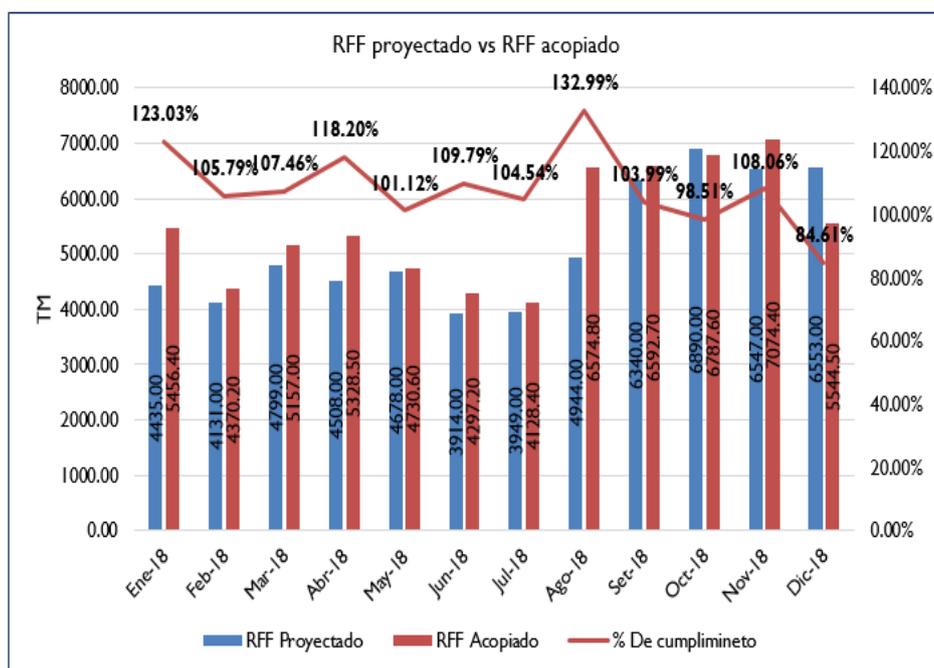
Tabla 2. Información relaciona con la producción de fruta fresca de palma.

Región	Sector	TM acopiado	% Representación por sector	% Representación por región
Loreto	Bajo Shanusi	3,079.29	4.66%	58.52 %
	Mariano Melgar	2,825.62	4.28%	
	Miguel Grau	12,126.04	18.36%	
	Pampa Hermosa	13,531.20	20.49%	
	San Juan De Pamplona	5,667.40	8.58%	
	Santo Tomas	1,421.56	2.15%	
San Martín	Barranquita	549.96	0.83%	42.48%
	Bonilla	2,466.90	3.74%	
	Convento	1,341.72	2.03%	
	Davicillo	5,008.89	7.58%	
	Las Palmas	18.92	0.03%	
	Metilluyoc	3,676.77	5.57%	
	Micaela Bastidas	33.58	0.05%	
	Nueva Libertad	2,927.84	4.43%	
	Pintuyaquillo	1,503.65	2.28%	
	Pongo Yumbatos	1,779.37	2.69%	
	Puerto Perú	4.71	0.01%	
	San Fernando	153.57	0.23%	
	San Juan de Pacchilla	9.17	0.01%	
	San Miguel	4,595.49	6.96%	
	Sangamayoc	2,100.12	3.18%	
Santiago de Borja	1,220.62	1.85%		
Total		66,042.39	100%	100%

Fuente: Memoria anual 2018 – Indupalsa (2018).

Durante en el año 2018 se acopió 66,042.39 TM. de RFF siendo la proyección de 61,688.00 TM., cumpliendo en un 107.06% de lo programado. A continuación, se presenta una comparación entre lo proyectado y acopiado de racimos de fruta fresca de palma durante el 2018. Así mismo el siguiente gráfico se muestra los meses de menor producción (junio – julio) debido a los escasos de lluvias; de igual manera el mes de mayor producción es el mes de noviembre con 7074.40 TM.

Figura 4. RRF proyectado vs RRF acopiado.

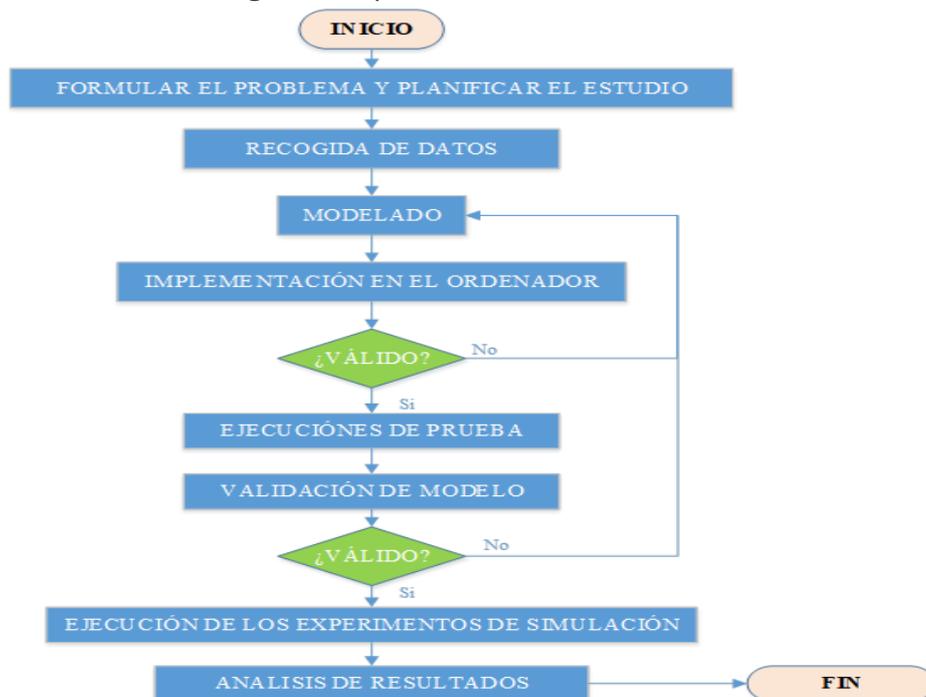


Fuente: Memoria anual 2018 - Indupalsa (2018).

3.3. Diseño de un modelo de simulación del proceso de polinización entomófila asistida en plantaciones de palmas aceiteras

Para llevar a cabo la simulación del proceso de polinización se siguió una serie de etapas, ampliamente discutidas en la literatura científica (Grande Blesa et al., 2011):

Figura 5. Etapas de un estudio de simulación.



Fuente: Grande Blesa et al. (2011)

En el diagrama se despliegan las siguientes variables que forman el modelo de simulación para el proceso. De la variable población en función a la aplicación de mosquitos polinizadores y la muerte de mosquitos considerando frecuencia de polinización y tasa de mortalidad de los mosquitos se ve afectada la polinización.

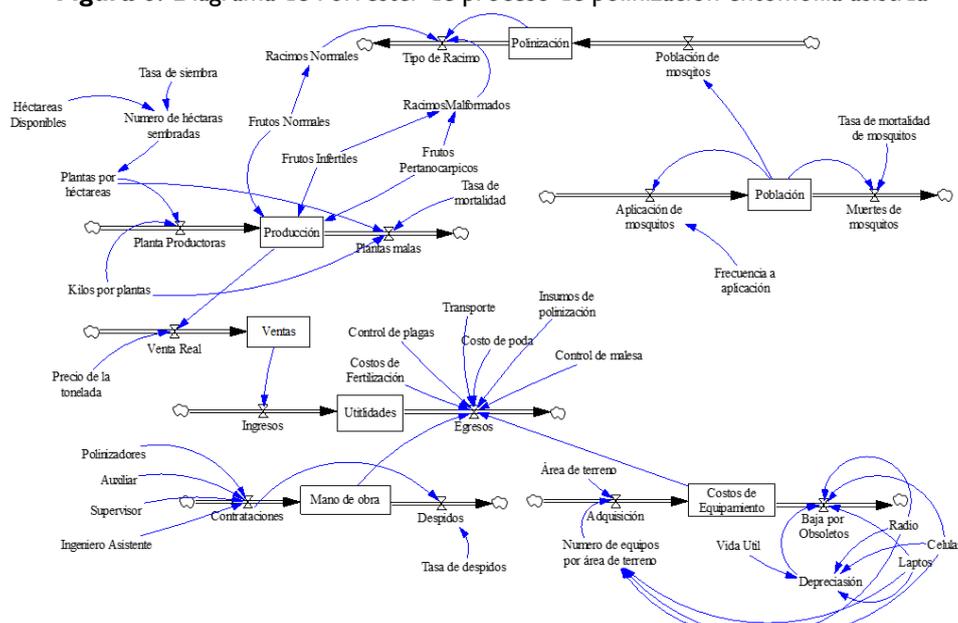
Se consideró también la variable polinización en función a la población de mosquitos como base para determinar el tipo de racimo, basado en racimos normales (80%), malformados (36%) y partenocárpicos (35%). Según fuentes recuperadas en la visita al lugar de producción.

Del mismo modo se consideró la variable producción en función a las plantas productoras mas no plantas malas, donde influye los frutos infértiles, normales y partenocárpicos, para el cálculo de la producción de las plantas productoras se obtuvo del kilo por plantas (según recopilación de información de campo se obtiene 13.23 Kg) por el número de plantas por hectárea y para las plantas malas; las plantas productoras por la tasa de mortalidad por kilos por planta.

En dicho modelo se consideró también la variable costo de equipamiento para la polinización en función a la adquisición y la baja por obsoletos, para la adquisición se tuvo en cuenta el área de terreno y el número de equipos por área de terreno. Para la baja por obsoletos se tuvo en cuenta los equipos como celular, laptops y radios, de los cuales se calculó su depreciación en función a su vida útil de cada equipo. Así mismo se consideró la variable mano de obra en función a las contrataciones (polinizadores, auxiliar, supervisores e ingeniero asistente) menos los despidos de dicha mano de obra bajo una tasa de despidos.

Como última variable se tuvo en cuenta las utilidades que están en función de los ingresos menos los egresos de todo el proceso de polinización. Para los ingresos se consideró las ventas del producto de la producción total teniendo como referencia que el año 2018 la tonelada de fruto fresco de palma costo 930 soles y como egresos a costos de equipamiento, mano de obra, control de maleza, control de plagas, costos de la fertilización, insumos de polinización y transporte.

Figura 6. Diagrama de Forrester de proceso de polinización entomófila asistida



3.4. Planificación de escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera basándose en la simulación del proceso de polinización entomófila asistida.

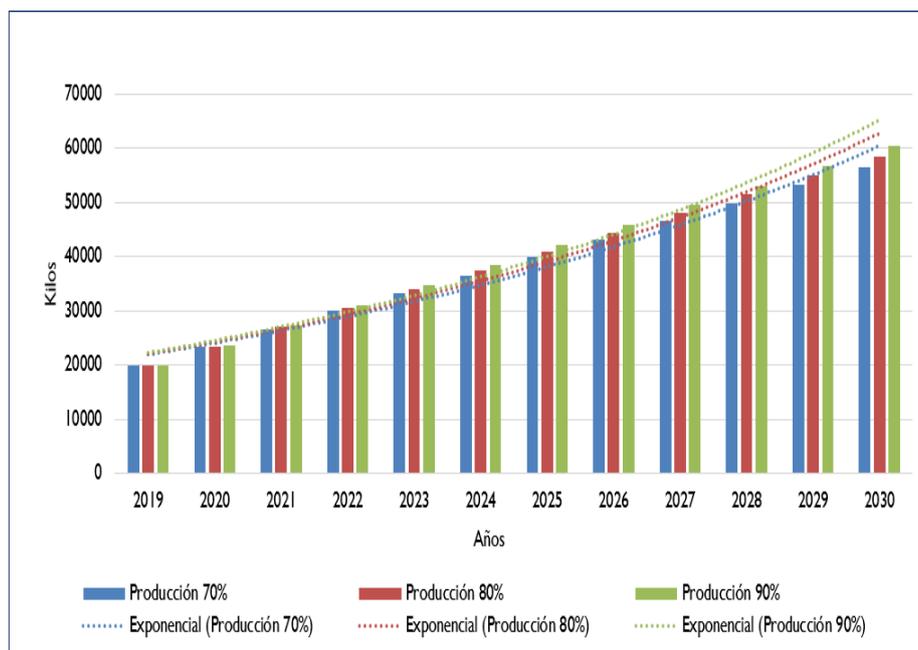
Para el desarrollo de este objetivo se ha realizado la simulación de dicho proceso con el siguiente escenario de producción entre el año 2019 al 2030, de dicha simulación se obtuvieron los siguientes gráficos de las variables antes descritas.

Producción proyectada. Producción proyectada del año 2019 al 2030 en porcentajes de 70%, 80% y 90 % de frutos normales por racimos.

Tabla 3. Producción proyectada

Años	Producción 70%	Producción 80%	Producción 90%
2019	20000	20000	20000
2020	23,317.4	23,496.2	23,680.0
2021	26,634.9	26,992.4	27,359.9
2022	29,952.3	30,488.6	31,030.9
2023	33,269.7	33,984.9	34,719.9
2024	36,587.1	37,481.1	38,399.8
2025	39,904.6	40,977.3	42,079.8
2026	43,222.0	44,473.5	45,759.7
2027	46,539.4	47,969.7	49,439.7
2028	49,856.9	51,465.9	53,119.7
2029	53,174.3	54,962.1	56,799.6
2030	56,491.0	58,458.3	60,479.6

Figura 7. Producción proyectada.

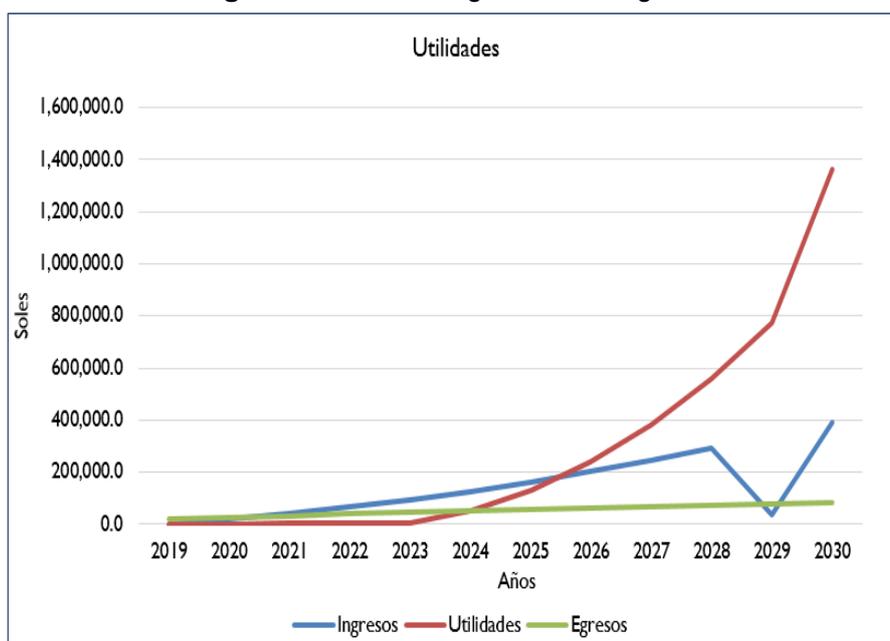


3.5. Utilidades

Tabla 4. Producción proyectada

Año	Ingresos	Utilidades	Egresos
2019	0.0	500.0	22,080.0
2020	18,600.0	2,000.0	27,690.0
2021	40,620.0	2,550.0	33,310.0
2022	66,070.0	3,100.0	38,930.0
2023	94,930.0	3,781.0	44,540.0
2024	127,200.0	54,170.0	50,160.0
2025	162,900.0	131,200.0	55,770.0
2026	202,100.0	238,400.0	61,390.0
2027	244,600.0	379,100.0	67,010.0
2028	290,600.0	556,700.0	72,620.0
2029	34,000.0	774,700.0	78,240.0
2030	392,800.0	1,360,000.0	83,850.0

Figura 8. Utilidades - Ingresos menos egresos



De la Figura 6 (diagrama de forrester) se despliegan las siguientes variables que forman el modelo de simulación para el proceso, de la variable población en función a la aplicación de mosquitos polinizadores y la muerte de mosquitos considerando frecuencia de polinización y tasa de mortalidad de los mosquitos se ve afectada la polinización, del mismo modo se consideró la variable producción en función a las plantas productoras menos las plantas malas, donde influye los frutos infértiles, normales y partenocárpicos, para el cálculo de la producción de las plantas productoras se obtuvo del kilo por plantas (según recopilación de información de campo se obtiene 13.23 kg) por el número de plantas por hectárea y para las plantas malas; las plantas productoras por la tasa de mortalidad por kilos por planta.

En dicho modelo se consideró también la variable costo de equipamiento para la polinización en función a la adquisición y la baja por obsoletos, para la adquisición se tuvo en

cuenta el área de terreno y el número de equipos por área de terreno, y para la baja por obsoletos se tuvo en cuenta los equipos como celular, laptops y radios; de los cuales a se calculó su depreciación en función a su vida útil de cada equipo.

Así mismo, se consideró la variable mano de obra en función a las contrataciones (polinizadores, auxiliar, supervisores e ingeniero, asistente) menos los despidos de dicha mano de obra bajo una tasa de despidos, como última variable se tuvo en cuenta las utilidades que están en función de los ingresos menos los egresos de todo el proceso de polinización. Para los ingresos se consideró las ventas del producto de la producción total teniendo como referencia que el año 2018 la tonelada de fruto fresco de palma costo S/930.00 y como egresos a costos de equipamiento, mano de obra, control de maleza, control de plagas, costos de la fertilización, insumos de polinización y transporte.

De la Tabla 3 y Figura 7 (producción proyectada), se rescata que existe una producción exponencial en relación a los kilos por años, con una producción inicial del 2019 de 20,000 kg y para el 2030 de 56,491.0 kg para la proyección del 70%, y para la producción proyectada del 80% se tiene para el 2019 de 20,000 kg y para el 2030 la cantidad de 58,458.3 kg y como última proyección del 90% se tiene para el 2019 de 20,000 kg y para el 2030 de 60,479.6 kg, habiendo una relación significativa en relación a la producción proyectada.

De la Tabla 4 y Figura 8 (utilidades - Ingresos menos egresos), esta forma de representar la relación ingresos-egresos -utilidad permite evaluar la repercusión que sobre las utilidades tiene cualquier movimiento o cambio de cualquiera de estas variables (los costos de producción, el volumen de producción, mano de obra, equipamiento y los precios), para el modelo hay un crecimiento incremental en la proyección del 2019 al 2030.

4. Conclusiones

Se logró caracterizar el proceso de polinización entomófila asistida identificándose las dosis de aplicación de mosquitos polinizadores, la variedad, tipos de racimos, frutos, costos de los insumos para la polinización, costos de mano de obra, costos de equipamiento, el precio de la tonelada métrica de fruto fresco de palma aceitera, la producción por hectáreas, costos en el mercado en el año 2018 como referencia para los próximos años el cual podría variar según la bolsa de valores.

Se ha diseñado un modelo que permite proyectar resultados para el periodo 2019 al 2030. Dicho modelo del proceso de polinización entomófila asistida brinda una explicación realista donde se muestran los factores que intervienen y sus influencias dentro de todos los procesos que conforman el sistema.

A través de la simulación basada en la metodología de dinámica de sistema se puede predecir escenarios futuros de producción en las plantaciones de palma aceitera del Shanusi con la identificación de las variables que intervienen para tomar decisiones futuras. El proceso de polinización entomófila asistida si influye en la producción de frutos frescos de palma aceitera del Shanusi, como lo muestran las gráficas en las que se observa la influencia entre las variables del modelo. Así mismo, la población de mosquitos polinizadores influye en la producción de frutos frescos de palma aceitera del Shanusi.

Referencias bibliográficas

- Arévalo Solsol, P. W. (2010). *Manual técnico del cultivo de palma aceitera*. Ministerio de Agricultura.
<https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/direccionesyoficinas/dgca/Cartilla-de-difusion-Palma.pdf>
- Baranzelli, M. C., Boero, M. L., Córdoba, S. A., Ferreiro, G., Maubecin, C., Paiaro, V., Renny, M., Rocamundi, N., Sazatornil, F., Sosa Pivatto, M., & Soteras, F. (2018). Socios por naturaleza: una propuesta didáctica para comprender la importancia de la interacción mutualista entre las flores y sus polinizadores. *Enseñanza de las Ciencias*. 36(1), 181.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2239>
- Cantú González, J. R., Guardado García, M. del C., & Balderas Herrera, J. L. (2016). Simulación de procesos, una perspectiva en pro del desempeño operacional. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 3(5).
<https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/567>
- Céspedes Reátegui, J. J. (2014). *Dosis de polen y talco en polinización asistida y su efecto sobre el rendimiento de racimos en Elaeis Guineensis Jacq. palma aceitera*. Pampa Hermosa – Yurimaguas [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana].
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3329>
- Climate-Data.org. (2019). *Clima Pongo de Caynarachi: Temperatura, climograma y tabla climática para Pongo de Caynarachi*. Climate-Data.org. <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/san-martin-1044/>
- Fontanilla, C., Rincón, V., Mesa, E., Mariño, D., Barrera, E., & Mosquera, M. (2016). Estimación del rendimiento de la mano de obra en labores de cultivo de palma de aceite: caso polinización asistida. *Revista Palmas*, 37(2), 21–35.
<https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11736>
- García Amaro, E. (2004). *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. (2nd ed.). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Grande Blesa, A. (2011). *Desarrollo y validación de un modelo de simulación para el complejo asistencial médico tecnológico de Navarra (CAMTNA)* [Universidad Pública de Navarra].
<https://hdl.handle.net/2454/4510>
- Indupalsa S.A. (2018). *Memoria anual 2018 - Industria de palma aceitera de Loreto y San Martín S.A.*
- Jacome Bernal, M. A. (2015). *Cuantificar la polinización asistida en el híbrido interespecífico o OxG palma de aceite, en la plantación Salamanca Oleaginosas S.a. Tumaco*. [Universidad de Nariño].
<http://sired.udenar.edu.co/434/>
- Torres Beltrán, L. P. (2014). *Caracterización del proceso de polinización asistida en palma de aceite (Elaeis Guineensis) en la empresa UNIPALMA de los Llanos S.A.* [Universidad Santo Tomás].
<http://hdl.handle.net/11634/23166>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Zamora-Pinedo, Herson: Tesista y redactor del artículo.

Artículo original / Original article

Pensamiento sistémico en el modelo de resolución de problemas en estudiantes de tercer grado de secundaria

Systemic Thinking in the Problem Solving Model in Third Grade High School Students

Montilla-García, Henry  0000-0001-8332-2643¹

¹Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú

✉ henrrymontilla@gmail.com

Recibido: 23/10/2021;

Aceptado: 26/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: Excluir al pensamiento sistémico de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en el enfoque del modelo constructivista, cuyos elementos no evidencian una articulación con la resolución de problemas, no permite logros de aprendizaje y ocasiona la carencia de un modelo basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos de matemática. El estudio tuvo como objetivo principal analizar la relación entre el pensamiento sistémico y el modelo de resolución de problemas en los estudiantes del tercer grado de secundaria de la Institución Educativa “Santa Rosa” de Tarapoto. La investigación fue de tipo básica, nivel correlacional, con diseño no experimental y descriptivo. La muestra censal estuvo conformada por 163 estudiantes. Los datos se recolectaron por medio de dos rúbricas de evaluación aplicados en la observación del desempeño de los estudiantes al participar de la resolución de problemas matemáticos en una sesión de aprendizaje. Los resultados indicaron que la medida tau-b de Kendall de la relación entre el pensamiento sistémico y el modelo de resolución de problemas fue de 0,918; para una prueba bilateral con p-valor = 0,000 < 0,05. Se concluye que existe relación muy alta y positiva entre el pensamiento sistémico y el modelo de resolución de problemas.

Palabras clave: aprendizaje; enseñanza; general; matemática; sistemas; teoría

Abstract: To exclude systemic thinking from teaching and learning mathematics in the approach of the constructivist model, whose elements do not show an articulation with problem solving, is enabling low learning achievement and the lack of a systemic thinking-based model for solving complex mathematical problems. The main objective of the study was to analyze the relationship between systemic thinking and the problem-solving model in students in the third grade of the "Santa Rosa" Educational Institution of Tarapoto. The research was of basic type, correlational level, with nonexperimental and descriptive design. The census sample consisted of 163 students. The data were collected through two assessment rubrics applied in observing the performance of students by participating in solving mathematical problems in a learning session. The results indicated that Kendall's tau-b measure of the relationship between systemic thinking and the problem-solving model was 0.918; for a bilateral test with p-value = 0,000 < 0,05; therefore. We concluded that there is a very high and positive relationship between systemic thinking and the problem-solving model.

Keywords: general; learning; mathematics; systems; teaching; theory

*El artículo es el resultado de un trabajo de investigación para la obtención del título profesional en Ingeniería de Sistemas e Informática en la Universidad Nacional de San Martín, Perú.

Cómo citar / Citation: Montilla-García, H. (2022). Pensamiento sistémico en el modelo de resolución de problemas en estudiantes de tercer grado de secundaria. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e162. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.162>

I. Introducción

La teoría general de sistemas enfocada en el desarrollo del pensamiento sistémico, insiste en adoptar nuevos modelos teóricos, metodológicos y epistemológicos que permitan la elaboración de propuestas didácticas acordes con la realidad de la enseñanza y el aprendizaje, y posibiliten el diseño y la puesta en práctica de modelos que permitan una intervención educativa más eficaz; lo que implicaría una línea consciente y sistémica de componentes cognitivos, metacognitivos y socioafectivos para la mejora de las habilidades de aprendizaje y del nivel de procesamiento y manejo de la información, a fin de facilitar el logro de las tareas por parte de los estudiantes (Corcino-Barrueta et al., 2021).

La necesidad de incorporar al pensamiento sistémico en el desarrollo de problemas en la complejidad, no puede más que imponerse de manera progresiva en un camino en que surgen límites, insuficiencias y carencias del pensamiento simplificante, propios de las estrategias de resolución de problemas matemáticos en el enfoque del constructivismo; es decir, las condiciones en las cuales no es posible dejar de considerar el desafío de lo complejo. En este escenario, se ejercita un pensamiento dialogante y negociador con lo real, que integra los modos simplificadores de pensar; rechazando las consecuencias mutilantes, reduccionistas y unidimensionales de las situaciones problemas (Barragán Moyano et al., 2018).

El presente estudio identificó como problema, una inadecuada aplicación del modelo de resolución de problemas matemáticos a causa de la exclusión del pensamiento sistémico de la enseñanza y aprendizaje, en el que sus elementos tienen muy poca relación con el constructivismo; contribuyendo al bajo logro de aprendizajes en los estudiantes del tercer grado de secundaria de la I. E. "Santa Rosa" - Tarapoto. Al respecto, Corcino-Barrueta et al. (2021) indican que la educación debe modificar sus contenidos y aportes curriculares, asumiendo una metodología didáctica dentro de un modelo sistémico, con una visión integradora que relacione las partes en una totalidad y valore su evolución en su entorno.

En el desarrollo de la investigación, el escaso hábito de resolver problemas y el desconocimiento de los contenidos matemáticos básicos para operativizar estrategias algorítmicas de solución; fueron las limitaciones evidenciadas en los estudiantes, que dificultaron la observación y recolección de los datos. Al respecto, Donoso Osorio et al. (2020) explican que la resolución de un problema es un proceso con una serie de pasos en complejidad progresiva durante su desarrollo, en el que el estudiante integra la información textual con conocimientos matemáticos necesarios al contexto problemático que permite la solución; de lo contrario se hace dificultoso al resolver el problema.

Los objetivos de la investigación fueron: analizar y medir la relación entre el pensamiento sistémico y el modelo de resolución de problemas, determinar las causas de los bajos logros en la resolución de problemas con el modelo constructivista; diseñar un modelo basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos de matemática.

Los resultados de la investigación confirmaron la existencia de una relación muy alta y positiva entre el pensamiento sistémico y la resolución de problemas. Su importancia derivó en el planteamiento de un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la concreción de los niveles de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problema complejos de matemática, empleándose para el cual Vensim PLE 7.3.5, como software de simulación dinámica.

2. Materiales y métodos

La investigación desarrollada fue de tipo básica, nivel correlacional, con diseño no experimental y descriptiva. La población en su totalidad fue tomada como muestra censal y constituida por 163 estudiantes.

Se tomó como referencia el marco teórico de Villa Sánchez & Poblete Ruiz (2017) para elaborar las rúbricas de evaluación del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas que permitieron la medición de sus niveles de dominio, respectivos; las cuales fueron sometidas al criterio de expertos; antes de su aplicación. La recolección de los datos se realizó al observar el desempeño en la resolución de problemas de matemática de cada estudiante de tercer grado de secundaria, con edades desde los 14 hasta los 17 años de la I. E. "Santa Rosa" - Tarapoto, en el año 2019.

Para lograr el análisis y la medición de la relación entre el pensamiento sistémico y el modelo de resolución de problemas, se han seguido los siguientes pasos: aplicación de las dos rúbricas de evaluación, procesamiento de los datos recolectados empleando Excel 2019 y SPSS 23, cálculo de coeficientes de correlación "t" (tau b de Kendall) entre las variables estudiadas y sus niveles correspondientes; y análisis, presentación y explicación de resultados basados en los valores de coeficientes de correlación "t" obtenidos. Sáenz López & Tamez González (2018) refieren que el coeficiente de correlación tau b de Kendall es una medida no paramétrica de asociación para variables ordinales y muestras pequeñas.

Para determinar las causas académicas, materiales y metodológicas de los bajos logros de aprendizaje en la resolución de problemas con el modelo constructivista, se realizaron los pasos: observación de la situación actual, aplicación del diagrama de Ishikawa para obtener el diagnóstico; y sistematización de las causas. Gutiérrez Verde et al. (2020) explican que el diagrama de Ishikawa o causa-efecto, representa gráficamente la relación que existe entre algún efecto y el conjunto de factores causantes que intervienen o influyen en una determinada característica.

Para diseñar el modelo basado en el pensamiento sistémico en favor de la resolución de problemas complejos de matemática se desarrollaron los pasos: revisión y análisis de las propuestas de Villa Sánchez & Poblete Ruiz (2017), y de la propuesta constructiva del Ministerio de Educación (2016), utilización del diagnóstico de causas de bajos logros en resolución de problemas, y elaboración del modelo con dinámica de sistemas fundamentado en Gil Vera & Gil Vera (2017) como técnica de modelado de los problemas complejos de matemática; y desarrollo de los modelos empleando el software Vensim PLE 7.3.5.

3. Resultados

Tabla 1. Resultados de la correlación entre las variables.

Variables	Correlación
Pensamiento sistémico y resolución de problemas.	Muy alta y positiva
Primer y segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico.	Muy alta y positiva
Segundo y tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico.	Muy alta y positiva
Primer y segundo nivel de dominio de la resolución de problemas.	Alta y positiva
Segundo y tercer nivel de dominio de la resolución de problemas.	Alta y positiva
Primer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	Moderada y positiva
Segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	Muy alta y positiva
Tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	Alta y positiva

Los resultados de la correlación entre las variables son: muy alta y positiva entre el pensamiento sistémico y la resolución de problemas, muy alta y positiva entre el primer y segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico, muy alta y positiva entre el segundo y tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico, alta y positiva entre el primer y segundo nivel de dominio de la resolución de problemas.

Además de correlaciones alta y positiva entre el segundo y tercer nivel de dominio de la resolución de problemas, moderada y positiva entre el primer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas, muy alta y positiva entre el segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas, alta y positiva entre el tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.

Tabla 2. Resultados de la medición de la correlación entre las variables.

Variables	Valor “t”
Pensamiento sistémico y resolución de problemas.	0,918
Primer y segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico.	1
Segundo y tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico.	1
Primer y segundo nivel de dominio de la resolución de problemas.	0,831
Segundo y tercer nivel de dominio de la resolución de problemas.	0,938
Primer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	0,646
Segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	0,934
Tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.	0,876

Los resultados de los valores de los coeficientes “t” (tau b de Kendall) de la medición de la correlación entre las variables son: 0,918 entre el pensamiento sistémico y la resolución de problemas, 1 entre el primer y segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico, 1 entre el segundo y tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico; 0,831 entre el primer y segundo nivel de dominio de la resolución de problemas.

Asimismo; 0,938 entre el segundo y tercer nivel de dominio de la resolución de problemas; 0,646 entre el primer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas; 0,934 entre el segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas; y 0,876 entre el tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico y la resolución de problemas.

Tabla 3. Causas de bajos logros en la resolución de problemas con el modelo constructivista.

Académicas	Desinterés de los estudiantes por participar en el desarrollo de la clase.
	Prevalencia en los estudiantes del individualismo que el trabajo cooperativo.
	Desistimiento por concebir un horizonte en común en el trabajo colaborativo.
	Resistencia de los estudiantes para socializar los productos y resultados.
	Poco conocimiento y manejo de los contenidos matemáticos.
Materiales	Aulas inadecuadas para las clases.
	Textos escolares con predominio del conocimiento científico memorístico.
	Situaciones problemáticas orientadas y cerradas a la práctica constructivista.
	Cuaderno de trabajo con problemas ajenos a nuestro contexto.
Metodológicas	Evaluación centrada en la medición de conocimientos.
	Omisión de la retroalimentación reflexiva.
	Priorización y prevalencia del conductismo en la resolución de problemas.
	Priorización por el desarrollo de algoritmos.
	Ejecución didáctica centrada en el docente como expositor de conocimientos.
	Desarrollo del enfoque de resolución de problemas solo con el constructivismo.
	Desconocimiento de la información necesaria relacionada con el modelo constructivista.
Resistencia docente por el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas.	

En lo académico, las causas de los bajos logros en la resolución de problemas por parte de los estudiantes son: desinterés por participar en el desarrollo de la clase, prevalencia del individualismo que el trabajo colaborativo, desistimiento por concebir un horizonte en común en el trabajo colaborativo, resistencia para socializar los productos y resultados y poco conocimiento y manejo de los contenidos matemáticos.

En cuanto a las condiciones materiales las causas son: aulas inadecuadas para las clases, textos escolares con predominio del conocimiento científico y memorístico, situaciones problemáticas orientadas y cerradas a la práctica constructivista y cuadernos de trabajo con problemas ajenos a nuestro contexto.

Sobre los aspectos metodológicos las causas son: evaluación centrada en la medición de los conocimientos, omisión de la retroalimentación reflexiva, priorización y prevalencia del conductismo en la resolución de los problemas, priorización por el desarrollo de algoritmos, ejecución didáctica centrada en el docente como expositor de conocimientos, desarrollo del enfoque de la resolución de problemas solo centrado en el constructivismo, desconocimiento de la información relacionada con el modelo constructivista, resistencia docente por el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas.

Se diseñó un modelo basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos de matemática. Sus componentes permiten desarrollar sesiones de aprendizaje en el que los estudiantes resuelven problemas complejos de matemática en el marco del diseño curricular nacional y los estándares de aprendizaje de la educación básica regular.

Figura 1. Modelo basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos de matemática.

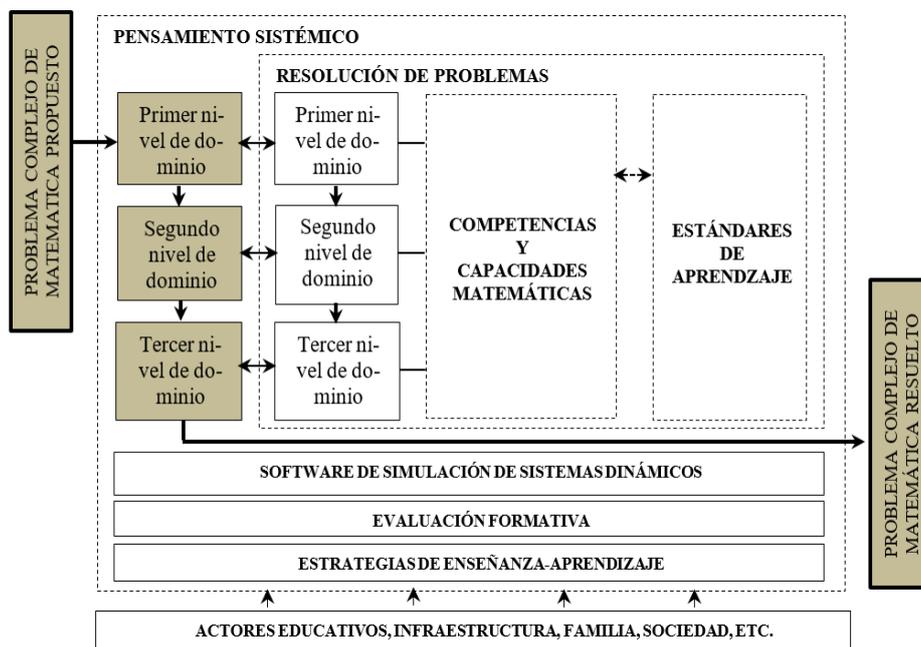
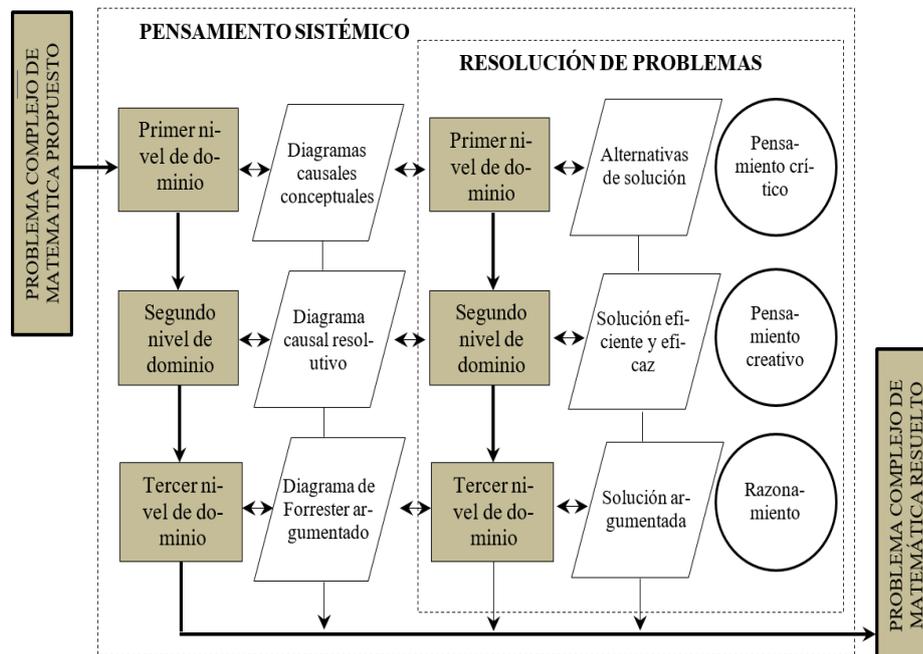


Figura 2. Metodología de aplicación práctica del modelo basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas complejos de matemática en estudiantes del 3er grado de la I. E. "Santa Rosa".



El pensamiento sistémico es el macrosistema del modelo con los componentes resolución de problemas, competencias y capacidades matemáticas, estándares de aprendizaje y estrategias de enseñanza-aprendizaje. Comprende la concreción de tres niveles de dominio, el primero inicia el proceso de resolución del problema complejo propuesto, el segundo permite decidir y consolidar la construcción de una solución eficiente y eficaz, y el tercero concreta la solución

del problema complejo, resuelto con procedimientos formales simulados a través de un software de simulación dinámica.

La resolución de problemas constituye el mesosistema del modelo, que además de las competencias y capacidades matemáticas y los estándares de aprendizaje, concreta el desarrollo de sus tres niveles de dominio. En el primero se identifica y analiza el problema complejo planteado y propone alternativas de solución, en el segundo se analizan nuevas alternativas de solución y se construye una solución eficiente y eficaz, y en el tercero se propone una o más soluciones referidos a otros contextos o ámbitos de la realidad, relacionados con el problema complejo propuesto. Los niveles de dominio de la resolución de problemas se desarrollan simultáneamente a los del pensamiento sistémico.

El software de simulación de sistemas dinámicos es el componente tecnológico transversal que se utiliza desde el inicio de la resolución del problema e interviene en los tres niveles de dominio del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas, favorece en la intervención didáctica para lograr las competencias y capacidades del área de matemática, con la provisión de las herramientas del pensamiento sistémico que se emplean al resolver un problema complejo de matemática.

La evaluación formativa es un componente transversal que interactúa durante el proceso de resolución del problema complejo, interviniendo en todos los componentes del modelo. Permite la retroalimentación reflexiva durante el desarrollo de los niveles de dominio del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas, a fin de corregir oportuna y recurrentemente los errores o inconvenientes en la aplicación del conocimiento matemático y los procedimientos didácticos soportados en diagramas causales y de Forrester.

Las estrategias de enseñanza-aprendizaje es un componente transversal a todo el proceso de la resolución del problema complejo, concebido en los enfoques del pensamiento sistémico y constructivismo. Para la planificación y ejecución se considera estrategias didácticas en contextos colaborativos, en el que se emplean a los diagramas causales como las herramientas del pensamiento sistémico, las estrategias de enseñanza-aprendizaje y los problemas contextuales reales e inmediatos a los estudiantes.

Como el modelo está basado en el pensamiento sistémico para la resolución de problemas dinámicos o complejos de matemática, está concebido como un sistema abierto en el que otros factores lo afectan. La influencia de otros sistemas o subsistemas externos, inciden en la intervención pedagógica que el docente realiza en el proceso de enseñanza de la resolución del problema complejo. Estos agentes externos son: los actores educativos, la infraestructura actual, las otras áreas del conocimiento, los recursos y materiales disponibles, y el contexto familiar y social de los estudiantes.

En cuanto al fundamento, la intervención didáctica planteada por Montenegro & Schroeder (2020) en su investigación coincide con el modelo propuesto, dado que, el pensamiento sistémico es concebido como condición relevante para el aprendizaje y profundiza sus dimensiones: configuración del problema, abarcabilidad de factores, supuestos de causalidad y soportes simbólicos apelados; que tácitamente, también soportan la propuesta de enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas complejos de matemática de este estudio. El pensamiento sistémico se presenta como un patrón autoorganizado y se manifiesta como emergente interaccional y contextual más que como una competencia individual.

4. Discusión

La alta y muy alta correlación entre las variables y subvariables del pensamiento sistémico (tablas 1 y 2) confirman la asociación directa entre ellas. A mayor dominio del pensamiento sistémico y de sus niveles, es también mayor el dominio de la resolución de problemas y de sus niveles; lo que garantiza un manejo adecuado de las herramientas del pensamiento sistémico. Lo encontrado coincide con Barragán et al. (2018) en lo referido a que, si el proceso de enseñanza es organizado correctamente y en forma sistemática en niveles progresivos de logro, garantiza el desarrollo del pensamiento complejo desde la sistematización de la enseñanza de la matemática.

Los bajos logros en la resolución de problemas de matemática en los estudiantes del tercer grado de educación secundaria de la I. E. "Santa Rosa", se deben a causas académicas, materiales y metodológicas (tabla 3). Corcino-Barrueta et al. (2021), enfatiza lo metodológico y manifiesta la necesidad de desarrollar procesos educativos de forma sistémica y holística, en el que la acción docente se integra al conjunto de todos los actores y recursos tangibles o no al acto de enseñar, y que son factores determinantes en el aprendizaje de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales utilizados en la resolución de problemas matemáticos, en combinación con herramientas del pensamiento sistémico.

El empleo inadecuado de un modelo de resolución de problemas centrado en el constructivismo sin el enfoque del pensamiento sistémico y sus herramientas, han conllevado a que los estudiantes evidencien dificultades en la resolución de problemas. Al respecto, se ha propuesto un modelo (figuras 1, 2) en el que el pensamiento sistémico se incorpora en las estrategias de enseñanza-aprendizaje para resolver de problemas complejos de matemática; Donoso Osorio et al. (2020) coinciden en considerar un enfoque holístico e integrador en los procesos crecientes en complejidad al resolver un problema, y propenden a potenciar la influencia de la intervención pedagógica sobre los logros de aprendizaje que se esperan.

El modelo propuesto recoge el aporte de los diagramas causales y el análisis en la complejidad para emplearla en las estrategias de enseñanza-aprendizaje al resolver el problema matemático, el cual favorece al desarrollo de la creatividad, como parte del pensamiento complejo; y al tomar en cuenta las herramientas que emplea el pensamiento sistémico, en el proceso de enseñanza y aprendizaje para la resolución de un problema matemático.

5. Conclusión

Existe una correlación ($t = 0,918$) muy alta y positiva entre el pensamiento sistémico y la resolución de problemas matemáticos. Existen correlaciones muy altas y positivas del primer al segundo nivel de dominio ($t = 1$), y del segundo al tercer nivel de dominio ($t = 1$) del pensamiento sistémico. Existen correlaciones altas y positivas del primer al segundo nivel de dominio ($t = 0,831$), y del segundo al tercer nivel de dominio ($t = 0,938$) de la resolución de problemas.

La correlación entre el primer nivel de dominio del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas es moderada y positiva ($t = 0,646$). La correlación entre el segundo nivel de dominio del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas es muy alta y positiva ($t = 0,934$). La correlación entre el tercer nivel de dominio del pensamiento sistémico y de la resolución de problemas es alta y positiva ($t = 0,876$).

Las causas académicas que ocasionan bajos logros en la resolución de problemas matemáticos con el modelo constructivista son: el desinterés por participar en el desarrollo de las clases y la prevalencia del individualismo, el desistimiento por concebir un horizonte común de solución, la resistencia a la socialización de resultados; y el poco conocimiento y manejo de los contenidos matemáticos.

Las causas materiales que ocasionan bajos logros en la resolución de problemas matemáticos con el modelo constructivista son: el uso de textos escolares predominantemente memorísticos, el planteo de problemas orientados y cerrados solo a la práctica constructivista, y el empleo de cuadernos de trabajo con problemas ajenos al contexto.

Las causas metodológicas que ocasionan bajos logros en la resolución de problemas matemáticos con el modelo constructivista son: las evaluaciones que miden solo conocimientos y no considera a la retroalimentación reflexiva, la priorización y prevalencia del conductismo, la priorización de la práctica algorítmica, la ejecución didáctica centrada en el docente, el enfoque de resolución de problemas limitado al modelo constructivista, el desconocimiento de la información sobre el modelo constructivista, y la resistencia del docente por el desarrollo de estrategias de enseñanza-aprendizaje en el enfoque problémico.

El modelo basado en el enfoque del pensamiento sistémico en el que se emplean los diagramas causales conceptuales, diagramas causales resolutivos y diagramas de Fórrester argumentados; permiten la integración, articulación e interrelación con los componentes o elementos de la resolución de problemas de matemática y facilitan la solución de situaciones en contextos reales en la complejidad.

Referencias bibliográficas

- Barragán Moyano, V. E., Jaque Sandoval, J. E., & Acosta Patiño, E. I. (2018). El pensamiento complejo desde la enseñanza de la Lógica Matemática (Revisión). *Revista Científico Educativa De La Provincia Granma*, 14(4), 169–181.
<https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/547>
- Corcino-Barrueta, F. E., Chamoli-Falcon, A. W., Otalora-Martinez, C. R., & Melgarejo-Figueroa, M. D. P. (2021). El modelo sistémico de aprendizaje y enseñanza, como apoyo en la inserción laboral. *Investigación Valdizana*, 15(1), 31–40.
<https://doi.org/10.33554/riv.15.1.798>
- Donoso Osorio, E., Valdés Morales, R. A., Cisternas Núñez, P., & Cáceres Serrano, P. (2020). Enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: un análisis de correspondencias múltiples. *Diálogos Sobre Educación*, 11(21), 1–22. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i21.629>
- Gil Vera, V. D., & Gil Vera, J. C. (2017). Seguridad informática organizacional: un modelo de simulación basado en dinámica de sistemas. *Scientia et Technica*, 22(2), 193–197.
<https://doi.org/10.22517/23447214.11371>
- Gutiérrez Verde, E., Rodríguez Ramos, P. A., & Lavado Ruiz, C. (2018). Mejoras para elevar la disponibilidad de las unidades acuáticas livianas. *Ingeniería Mecánica*, 23(1), 1–8.
<https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu/index.php/revistaim/article/view/621>
- Ministerio de Educación. (2016). *Educación Básica Regular. Programa Curricular de Educación*

Secundaria. Talleres gráficas del Minedu.

<http://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/03062016-programa-nivel-secundaria-ebr.pdf>

Montenegro, G., & Schroeder, I. (2020). Dimensiones del pensamiento sistémico aplicado: un estudio de casos múltiple desde la perspectiva de sistemas complejos y el aprendizaje organizacional. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 10(2), 74–100.

<https://doi.org/10.26864/PCS.v10.n2.4>

Sáenz López, K., & Tamez González, G. (2015). *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales* (1st ed.). Tirant lo Blanch.

Villa Sánchez, A., & Poblete Ruiz, M. (2013). *Aprendizaje basado en competencias. Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas* (3rd ed.). In E. Mensajero.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Montilla-García, Henry: Investigador y redactor del artículo.

Artículo original / Original article

Discriminación de masas mamográficas mediante K-Nearest Neighbor y atributos BIRADS

Mammographic mass discrimination using K-Nearest Neighbor and BIRADS attribute

Lévano-Rodríguez, Daniel [[ORCID](#) 0000-0001-5652-0601]¹; Cerdán-León, Flor [[ORCID](#) 0000-0001-6747-6335]¹

¹Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, Perú

✉ dlevano@untels.edu.pe

Recibido: 26/10/2021;

Aceptado: 27/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: La mamografía es el método más eficaz para la detección del cáncer de mama; sin embargo, el bajo valor predictivo, puede conducir a biopsias innecesarias. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un modelo predictivo para la discriminación de masas mamográficas mediante KNN y el atributo BIRADS con un nivel aceptable de exactitud, precisión, sensibilidad y puntaje-FI. Para ello, realizamos las siguientes fases: limpieza de los datos, entrenamiento del algoritmo KNN y selección del modelo. El resultado obtenido fue un modelo de discriminación de masas mamográficas con una exactitud del 85% así como niveles aceptables de precisión, sensibilidad y puntaje FI. Se concluye que es posible utilizar este modelo como un elemento de juicio para el diagnóstico de cáncer de mama; asimismo, a través de la tasa de error es posible encontrar modelos óptimos en KNN.

Palabras clave: cáncer de mama; knn; machine learning; pronóstico

Abstract: The mammography is the most effective method for the detection of breast cancer, however, the predictive value is low, and it can lead to unnecessary biopsies with benign results. This research aims to develop a predictive model for discrimination of mammographic masses using KNN and BIRADS attributes with an acceptable level of Accuracy, Precision, Recall and FI-Score. For this, we carried out the following phases: Data cleaning, KNN algorithm training and selection. The result obtained was a mammographic mass discrimination model with an accuracy=85% and acceptable levels of precision, sensitivity and FI-score. We concluded that it is possible to use this model as an element of judgment for the diagnosis of breast cancer; also that through the error rate it is possible to find optimal KNN models.

Keywords: breast cancer; knn; machine learning; prognostic

Cómo citar / Citation: Lévano-Rodríguez, D. & Cerdán-León, F. (2021). Discriminación de masas mamográficas mediante K-Nearest Neighbor y atributos BIRADS. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e225. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.225>

I. Introducción

El cáncer es una de las principales causas de muerte femenina en todo el mundo. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y la Sociedad Estadounidense del Cáncer informan que se registraron 17,1 millones de nuevos casos de cáncer en 2018 en todo el mundo; se estima que la incidencia de cáncer podría aumentar a 27,5 millones para 2040, con un estimado de 16,3 millones de muertes esperadas como resultado del cáncer (Gardezi et al., 2019).

Cáncer de mama

El cáncer de mama es una enfermedad neoplásica con transformación de células que se proliferan de manera anormal e incontrolada, ocasionando un crecimiento anormal de las zonas de la mama, secreciones, edemas, úlceras y enrojecimiento (Villavicencio Romero et al., 2019). Según reporta Estadísticas Globales del Cáncer (Globocan 2018), el cáncer de mama representó el 11,6% de todos los cánceres, lo que coloca a esta enfermedad como el segundo cáncer más comúnmente diagnosticado después del cáncer de pulmón, y causó el 6,6% del total de muertes por cáncer en 2018 (García Aranda & Redondo, 2019).

En Estados Unidos, representa el segundo más diagnosticado y la segunda causa de muerte por cáncer entre las mujeres; según la Asociación Estadounidense del Cáncer, hubo 268 600 mujeres recién diagnosticadas con cáncer de mama en el 2019, de las cuales 41 760 murieron a causa de la enfermedad (Al-Azzam & Shatnawi, 2021; Wu & Hicks, 2021).

En Europa es un importante problema de salud pública siendo la neoplasia diagnosticada con más frecuencia en mujeres y es un tercio de todos los casos nuevos de cáncer entre mujeres en los 31 países europeos en el 2018, así como la principal causa de muerte en mujeres europeas (Zielonke et al., 2021).

En el Perú el cáncer de mama, representa el segundo tipo de cáncer más frecuente en mujeres (Chachaima-Mar et al., 2021). El nivel de incidencia anual es de 28 casos por cada 100 mil habitantes con una tasa anual de 9.2 casos por cada 100 mil habitantes (Ministerio de Salud, 2017).

El método más aceptado para la clasificación y diagnóstico es el análisis de expresión genética mediante plataformas moleculares; sin embargo, debido a su alto costo no se encuentra disponible (Chachaima-Mar et al., 2021).

El método más utilizado por la mayoría de los médicos es la mamografía, el cual consiste en tomar imágenes con un equipo de rayos X, el mismo que utiliza pequeñas dosis de radiación; sin embargo, la cobertura y la calidad del tamizaje es baja, incluso no puede utilizarse en mujeres lactantes o en pacientes que estén en su periodo menstrual; y lamentablemente este examen, no confirma el resultado de tener cáncer o no, ya que el tejido mamario puede ocultar un cáncer o quiste, entonces existe la necesidad de realizar otros estudios como RMI, biopsia entre otros (Alegria Delgado & Huamani Navarro, 2019)(Villavicencio Romero et al., 2019).

La incidencia, la mortalidad y la prevalencia del cáncer, permiten cuantificar la magnitud de esta patología y orientan las políticas públicas en relación a la prevención y los servicios de salud (Vallejos Sologuren et al., 2020).

La detección temprana del cáncer es necesaria para que se puedan llevar a cabo esfuerzos en su tratamiento, por lo tanto, se requiere una tecnología que permita detectar el cáncer con alta precisión (Naufal et al., 2020).

En el Perú se ha definido el gobierno ha formulado el Plan Nacional para la Prevención y Control del Cáncer de Mama 2017 – 2019, en ella se definen políticas que permita reducir la morbi mortalidad por esta enfermedad, utilizando como elemento de juicio las lesiones BIRADS, que muestra una clasificación de los resultados en categorías numeradas (Ministerio de Salud, 2017).

Machine Learning

Machine Learning, conocido en español como aprendizaje de máquina, es un área dedicada al desarrollo y aplicación de técnicas y algoritmos computacionales capaces de aprender a través de grandes conjuntos de datos (Franco & Ramos, 2019), sin la necesidad de ser programados explícitamente (Aguilar et al., 2018). Se trata del proceso de programar para aprender en lugar de programar para una única salida (Eedi & Kolla, 2020), el método de aprendizaje comienza con datos o un conjunto de datos, como experiencias o instrucciones, para que luego puedan descubrir un patrón o mejorar ese patrón en un futuro cercano, si es necesario (Jean Sunny et al., 2020).

Emplean una variedad de métodos estadísticos, probabilísticos y de optimización para aprender de la experiencia pasada y detectar patrones útiles a partir de conjuntos de datos grandes, no estructurados y complejos (Uddin et al., 2019), asimismo a presentado un constante crecimiento de aplicación en el diagnóstico clínico (Blanc Pihuave et al., 2020).

Los algoritmos de machine learning se pueden dividir en tres categorías amplias de acuerdo con sus propósitos: algoritmos supervisado, algoritmos no supervisado y algoritmos semisupervisado (Uddin et al., 2019).

Los algoritmos supervisados buscan deducir una función a partir de un conjunto de datos (data set) de entrenamiento, estos son pares de objetos que constituyen datos de entrada y los resultados deseados (Rejón Herrera et al., 2021); asimismo, tiene como objetivo aprender a partir de datos etiquetados y luego clasificar nuevos datos en función al conocimiento adquirido (Comarela et al., 2019), este algoritmo puede generalizar la función para predecir lo oculto con precisión (Al-Azzam & Shatnawi, 2021).

K-Nearest Neighbor

K-Nearest Neighbor (KNN) es uno de los algoritmos supervisados de machine learning basado en las similitudes y ofrece en algunos contextos un rendimiento interesante, asimismo, es una generalización para las reglas del vecino más cercano (Cherif, 2018; Xing & Bei, 2020).

KNN es un algoritmo simple, robusto y versátil para clasificación y se ha utilizado para diferentes tipos de problemas como: reconocimiento de patrones, clasificación de modelos, categorización de texto, bioinformática incluso en la medicina entre otros; también es un clasificador no paramétrico y de aprendizaje perezoso; al ser no paramétrico significa que está libre de suposiciones sobre las propiedades de los datos subyacentes por lo que no es necesario tener conocimientos previos sobre los datos; y es de aprendizaje perezoso, porque cualquier generalización de los datos de entrenamiento se pospone hasta que los datos de la prueba se

presentan al sistema (Ehsani & Drabløs, 2020). KNN puede ser usado eficientemente para resolver problemas de clasificación (Arslan & Arslan, 2021)(Rajaguru & Sannasi Chakravarthy, 2019).

KNN está considerado dentro de los 10 mejores algoritmos debido a su simplicidad, efectividad e implementación y se puede aplicar eficazmente en varias tareas de clasificación prácticas del mundo real (Xu et al., 2019).

La idea de este método está en el espacio de características, si la mayoría de las k muestras más cercanas (es decir, los vecinos más cercanos en el espacio de características) a una muestra dada pertenecen a una determinada categoría, esa muestra también pertenecerá a esta categoría (Wu & Hicks, 2021); la clase más cercana se identificará utilizando la distancia euclidiana (Pathanjali et al., 2018); este es el enfoque de predicción también es conocida como la regla de la mayoría (Zhang, 2021); en consecuencia el valor de K juega un papel importante en el desempeño de este algoritmo (Thanh Noi & Kappas, 2017)(Xu et al., 2019).

Medición del desempeño

Para medir el rendimiento de un algoritmo supervisado se utiliza la precisión (precision), sensibilidad (recall), el Puntaje-F1 (F1-Score) y la exactitud (accuracy).

La precisión es la proporción de los ejemplos que realmente pertenecen a la clase X entre todos los que fueron asignados a la clase, la fórmula es: $\text{Precisión} = \frac{VP}{VP+FP}$, donde VP=Verdadero Positivo y FP=Falso Positivo (Arslan & Arslan, 2021)(Dhahri et al., 2019)(Mercaldo et al., 2017)(Mohana Priya & Punithavalli, 2019)

La sensibilidad es la proporción de ejemplos que se asignaron a la clase X, entre todos los ejemplos que realmente pertenecen a la clase, es decir, qué parte de la clase se capturó, la fórmula es: $\text{Sensibilidad} = \frac{VP}{VP+FN}$, donde VP=Verdadero Positivo y FN=Falso Negativo (Arslan & Arslan, 2021)(Dhahri et al., 2019)(Mercaldo et al., 2017)

El puntaje-F1 puede interpretarse como un promedio ponderado de la precisión y su fórmula es: $\text{Puntaje-F1} = 2 * (\text{Precisión} * \text{Sensibilidad}) / (\text{Precisión} + \text{Sensibilidad})$ (Arslan & Arslan, 2021)(Dhahri et al., 2019)(Mercaldo et al., 2017)(Mohana Priya & Punithavalli, 2019).

La exactitud es la medida de las predicciones correctas que hizo el clasificador, su fórmula es: $\text{Exactitud} = \frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$ (Dhahri et al., 2019)

A continuación, se muestra en la Tabla I trabajos realizados para la predicción de cáncer de mamas con machine learning utilizando algoritmos de machine learning:

Tabla I. Predicción de cáncer de mamas con machine learning

Referencia	Trabajo	Exactitud
(Rajaguru & Sannasi Chakravarthy, 2019)	Clasificación del cáncer de mama con árboles de decisión	91.23%
(Rajaguru & Sannasi Chakravarthy, 2019)	Clasificación del cáncer de mama con KNN	95.61%
(Wu & Hicks, 2021)	KNN	87%
(Wu & Hicks, 2021)	Árboles de decisión	87%

El objetivo de esta investigación fue lograr un nivel aceptable de precisión, sensibilidad, puntaje-F1 y exactitud en la discriminación de masas mamográficas utilizando el algoritmo KNN y los atributos BIRADS.

2. Materiales y métodos

El conjunto de datos (data set) fue obtenido a partir de (Elter, 2007) en el repositorio Irvine Machine Learning Repository de la Universidad de California, con el nombre de Mammographic Mass Data Set, cuenta con 6 atributos y 961 instancias con valores numéricos de los cuales 516 corresponden a casos benignos y 445 a casos malignos; sin embargo, se eliminaron aquellos que presentaban datos vacíos, quedando 829 registros, de los cuales 427 son casos benignos y 402 a casos malignos

En la Tabla 2, se presenta información de los atributos contenidos en el conjunto de datos, el tipo de dato, así como el rango de valores, al finalizar este paso, se creó el archivo: mammographic_masses_sin_datosperdidos.csv

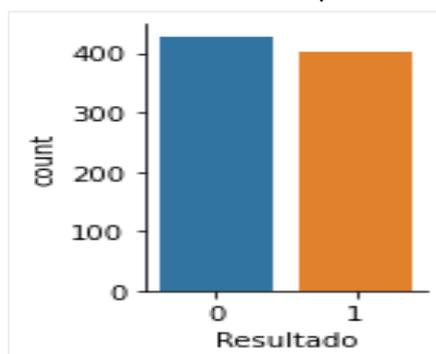
Tabla 2. Información de los atributos del conjunto de datos

Atributo	Tipo	Rango de Valores
Evaluación BIRADS	Ordinal	[1, 6]
Edad	Número entero	[1, Más >
Forma	Nominal	Redonda = 1, Ovalada = 2 Lobular = 3 Irregular = 4
Margen	Nominal	Circunscrito = 1 Microlobulado = 2 Oscurecido = 3 Mal definido = 4 Epiculado = 5
Densidad	Ordinal	Densidad de masa alta = 1 Estándar = 2 Baja = 3 Contiene grasa = 4 (ordinal)
Resultado	Binomial	Benigno = 0 Maligno = 1

Entrenamiento del algoritmo KNN

Para realizar el entrenamiento del algoritmo se utilizó el algoritmo de clasificación KNN y su implementación en Python importando las librerías ScikitLearn, de la siguiente manera:

Primero, se cargó el conjunto de datos a un dataframe utilizando el comando `pd.read_csv('mammographic_masses_sin_datosperdidos.csv', sep=',')`, en la Fig. 1, se muestra la distribución de datos agrupados por el resultado, donde Benigno= 0 y Maligno=1

Figura 1. Distribución de datos por el resultado

Segundo, importar las librerías `from sklearn.model_selection import train_test_split`; seleccionar aleatoriamente el 70% de los datos para entrenamiento y el 30% restante para las pruebas; tomar como valor inicial `n_neighbors=1` y un `random_state=30`, entrenar el algoritmo o modelo llamado: `knn_mm` utilizando el método `fit(x_train, y_train)`, hacer predicciones con los datos de prueba utilizando `knn_mm.predict()` y generar la matriz de confusión inicial como se aprecia en la Tabla 3 con el comando `confusion_matrix()` y el reporte de clasificación inicial como se observa en la Tabla 4 utilizando el comando `classification_report`.

En la matriz de confusión de la Tabla 3, se aprecia los valores: Verdadero Positivo (VP), Verdadero Negativo (VN), Falso Positivo (FP) y Falso Negativo (FN).

Tabla 3. Matriz de confusión inicial con `n_neighbors=1`

		Benigno	Maligno
Valores reales	<i>Benigno</i>	VN=93	FN=24
	<i>Maligno</i>	FN=34	VP=98
		Predicción	

En el reporte de clasificación inicial con `n_neighbors=1` de la Tabla 4 se observa una Precisión(Precision)=73%, sensibilidad(Recall)=79% y un Puntaje-F1 (F1-score)=76% para la clase de Benigno, asimismo para la clase de Maligno una Precisión(Precision)=80%, sensibilidad(Recall)=74% y un Puntaje-F1 (F1-score)= 77% y finalmente se observa que el nivel de exactitud(Accuracy) del modelo es del 77%.

Tabla 4. Reporte de clasificación inicial con `n_neighbors=1`

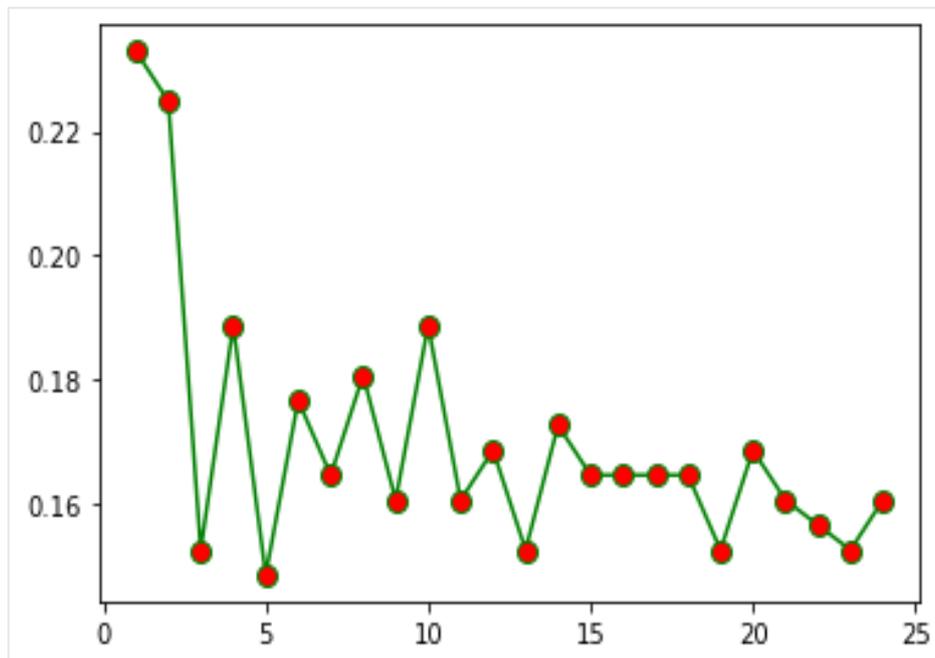
	Precision	Recall	F1-score	Support
Benigno	0.73	0.79	0.76	134
Maligno	0.80	0.74	0.77	115
<i>Accuracy</i>			0.77	249
<i>Macro AVG</i>	0.77	0.77	0.77	249
<i>Weighted AVG</i>	0.77	0.77	0.77	249

Selección del modelo

Para seleccionar el modelo óptimo es necesario buscar el mejor valor para `n_neighbors`, en ese sentido, se diseñó una estructura repetitiva que muestre un gráfico con las diferentes tasas de

error como se observa en la Figura 2; para este caso, se observa que el mejor valor para $n_neighbors = 5$.

Figura 2. Reporte de la tasa de error



De esta manera vuelve a generar el modelo `knn_mm` utilizando el método `fit(x_train, y_train)` con el $n_neighbors=5$, y luego generar la matriz de confusión del modelo óptimo utilizando el comando: `confusion_matrix()` según se observa en la Tabla 5.

Tabla 5. Matriz de confusión óptimo

		Benigno	Maligno
Valores reales	<i>Benigno</i>	VN=103	FN=14
	<i>Maligno</i>	FN=23	VP=109
		Predicción	

Utilizando el comando `classification_report` que ofrece la librería ScikitLearn, se generó la Tabla 6. Reporte de clasificación óptimo; en ella se observa una Precisión(Precision)=82%, sensibilidad(Recall)=88% y un Puntaje-FI (F1-score)= 85% para la clase de Benigno, asimismo se observa una Precisión(Precision)=89%, sensibilidad(Recall)=83% y un Puntaje-FI (F1-score)= 85% para la clase de Maligno y finalmente se observa que el nivel de exactitud(Accuracy) del modelo `knn_mm` es del 85%.

Tabla 6. Reporte de Clasificación óptimo

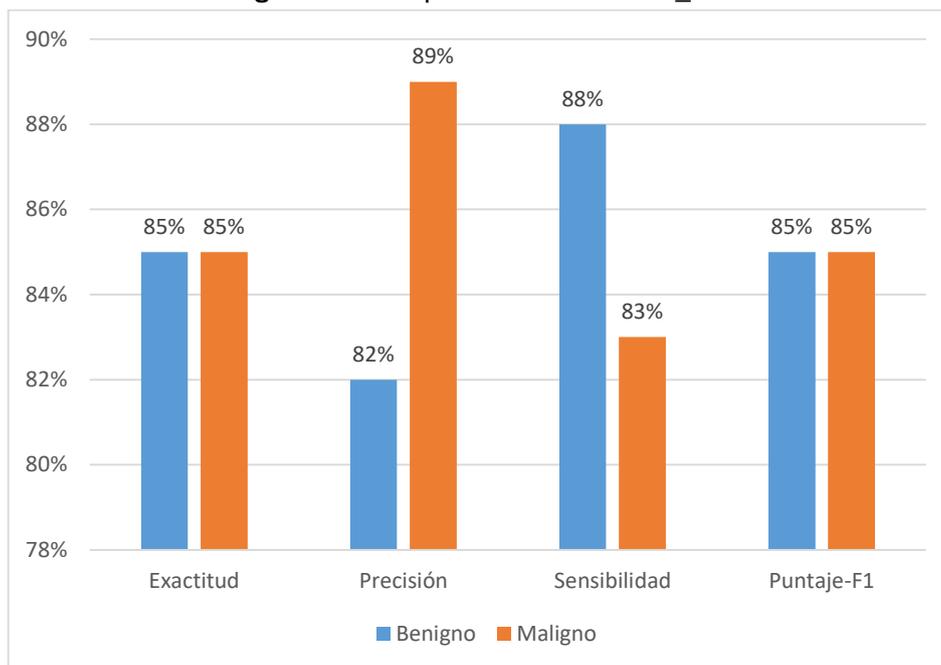
	Precision	Recall	F1-score	Support
Benigno	0.82	0.88	0.85	134
Maligno	0.89	0.83	0.85	115
Accuracy			0.85	249
Macro AVG	0.85	0.85	0.85	249
Weighted AVG	0.85	0.85	0.85	249

3. Resultados

3.1. Desempeño del modelo

El modelo de machine learning llamado KNN_MM, como se observa en la Figura 3 tiene una exactitud=85%; asimismo tiene una precisión=82%, sensibilidad=88% y un puntaje-F1=85% para la clase de Benigno y una precisión=89%, sensibilidad=83% y un puntaje-F1=85% para la clase de Maligno.

Figura 3. Desempeño del modelo KNN_MM



3.2. Predicciones del modelo

En relación a este modelo, como se observa en la Tabla 7, se desarrolló predicciones utilizando para ello el comando `knn_mm.predict([[]])`:

Tabla 7. Predicciones con el modelo KNN_MM desarrollado

Comando	Resultado
<code>knn_mm.predict([[3,30,2,4,3]])</code>	Benigno
<code>knn_mm.predict([[5,20,2,1,2]])</code>	Benigno
<code>knn_mm.predict([[2,70,1,2,4]])</code>	Maligno
<code>knn_mm.predict([[4,65,1,2,3]])</code>	Benigno

En relación al modelo desarrollado, se muestra en la Tabla 8, la probabilidad de discriminar benigno o maligno utilizando el comando `knn_mm.predict_proba([[]])`:

Tabla 8. Probabilidad de clasificar benigno o maligno

Comando	Probabilidad de benigno	Probabilidad de maligno
knn_mm.predict_proba([[3,30,2,4,3]])	80%	20%
knn_mm.predict_proba([[5,20,2,1,2]])	100%	0%
knn_mm.predict_proba([[2,70,1,2,4]])	20%	80%
knn_mm.predict_proba([[4,65,1,2,3]])	80%	20%

4. Discusión

El nivel de exactitud=85% del modelo KNN_MM, guarda una estrecha relación con el resultado obtenido por (Wu & Hicks, 2021) quienes obtuvieron un nivel de exactitud=86% y con (Rajaguru & Sannasi Chakravarthy, 2019) quienes obtuvieron un nivel de exactitud=95.61%.

Al tener niveles aceptables de exactitud y al definirse en el Plan Nacional para la Prevención y Control del Cáncer de Mama 2017 – 2019, políticas que permita reducir la morbi mortalidad por esta enfermedad, utilizando como elemento de juicio las lesiones BIRADS. (Ministerio de Salud, 2017); al diseñarse un modelo basado en los atributos BIRADS, esto puede convertirse en una herramienta aprobada para su uso en el diagnóstico de cáncer de mama.

5. Conclusiones

Se logró diseñar un modelo predictivo llamado KNN_MM con niveles de exactitud, precisión, sensibilidad y puntaje-F1 aceptables, con Python, librerías ScikitLearn y el resultado de la evaluación BI-RADS.

El modelo creado, puede ser tomando por personal médico y usado como un elemento de juicio, que sumado a los resultados de la mamografía y su expertis, pueda diagnosticar con mayor precisión si una masa mamográfica representa a peligro de cáncer o es un tumor benigno.

Es útil, revisar la tasa de error, para esta investigación según Figura 2 fue el obtenido cuando el valor de $n_neighbors=5$, como una alternativa válida o un medio que permita a otros investigadores mejorar sus resultados durante el entrenamiento del algoritmo.

Agradecimiento

Los investigadores brindan su agradecimiento a la Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, por generar el espacio y tiempo, para la realización de este proyecto.

Referencias bibliográficas

Aguilar, R. M., Torres, J. M., & Martín, C. A. (2018). Aprendizaje Automático en la Identificación de Sistemas. Un Caso de Estudio en la Predicción de la Generación Eléctrica de un Parque Eólico. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 16(1), 114. <https://doi.org/10.4995/riai.2018.9421>

Al-Azzam, N., & Shatnawi, I. (2021). Comparing supervised and semi-supervised Machine

- Learning Models on Diagnosing Breast Cancer. *Annals of Medicine and Surgery*, 53–64.
<https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.12.043>
- Alegría Delgado, D., & Huamani Navarro, M. (2019). Factores asociados a la toma de mamografía en mujeres peruanas: análisis de la Encuesta Demográfica de Salud Familiar, 2015. *Anales de La Facultad de Medicina*, 80(3), 327–331.
<https://doi.org/10.15381/anales.803.16204>
- Arslan, H., & Arslan, H. (2021). A new COVID-19 detection method from human genome sequences using CpG island features and KNN classifier. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 24(4), 839–847.
<https://doi.org/10.1016/j.jestch.2020.12.026>
- Blanc Pihuave, G., Cevallos Torres, L., & Arteaga Vera, J. (2020). Modelo computacional de clasificación de aprendizaje de máquina supervisado, para el análisis de datos cardiovasculares y pronóstico médico. *Ecuadorian Science Journal*, 4(2), 71–79.
<https://doi.org/10.46480/esj.4.2.83>
- Pathanjali, C., Vimuktha, E. S., Jalaja, G., & Latha, A. (2018). A Comparative Study of Indian Food Image Classification Using K-Nearest-Neighbour and Support-Vector-Machines. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3.12), 521.
<https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.12.16171>
- Chachaima-Mar, J. E., Pineda-Reyes, J., Marin, R., Lozano-Miranda, Z., & Chian-García, C. (2021). Perfil inmunofenotípico de cáncer de mama de pacientes atendidas en un hospital general de Lima, Perú. *Revista Medica Herediana*, 31(4), 235–241.
<https://doi.org/10.20453/rmh.v31i4.3855>
- Cherif, W. (2018). Optimization of K-NN algorithm by clustering and reliability coefficients: Application to breast-cancer diagnosis. *Procedia Computer Science*, 127, 293–299.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.01.125>
- Comarela, G., Franco, G., Trois, C., Liberato, A., Martinello, M., Corrêa, J. H., & Villaça, R. (2019). Introdução à Ciência de Dados: Uma Visão Pragmática utilizando Python, Aplicações e Oportunidades em Redes de Computadores. In *Minicursos do XXXVII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (2019)*.
<https://doi.org/10.5753/sbc.6555.9.6>
- Dhahri, H., Al Maghayreh, E., Mahmood, A., Elkilani, W., & Faisal Nagi, M. (2019). Automated Breast Cancer Diagnosis Based on Machine Learning Algorithms. *Journal of Healthcare Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4253641>
- Eedi, H., & Kolla, M. (2020). Machine learning approaches for healthcare data analysis. *Journal of Critical Reviews*, 7(4), 806–811. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.149>
- Ehsani, R., & Drabløs, F. (2020). Robust Distance Measures for kNN Classification of Cancer Data. *Cancer Informatics*, 19. <https://doi.org/10.1177/1176935120965542>
- Elter, M. (2007). *Mammographic Mass Data Set*. UCI Machine Learning Repository.
<http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/mammographic+mass>
- Franco, E. F., & Ramos, R. J. (2019). Aprendizaje de Máquina y Aprendizaje Profundo en Biotecnología: Aplicaciones, impactos y desafíos. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 2(2), 7–26.

- <https://doi.org/10.22206/cac.2019.v2i2.pp7-26>
- García Aranda, M., & Redondo, M. (2019). Immunotherapy: A challenge of breast cancer treatment. *Cancers*, 11(12), 1–18. <https://doi.org/10.3390/cancers11121822>
- Gardezi, S. J. S., Elazab, A., Lei, B., & Wang, T. (2019). Breast cancer detection and diagnosis using mammographic data: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research*, 21(7), 1–22. <https://doi.org/10.2196/14464>
- Jean Sunny, Nikita Rane, Rucha Kanade, & Sulochana Devi. (2020). Breast Cancer Classification and Prediction using Machine Learning. *International Journal of Engineering Research And*, V9(02), 576–580. <https://doi.org/10.17577/ijertv9is020280>
- Mercaldo, F., Nardone, V., & Santone, A. (2017). Diabetes Mellitus Affected Patients Classification and Diagnosis through Machine Learning Techniques. *Procedia Computer Science*, 112, 2519–2528. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.08.193>
- Resolución Ministerial N° 442-2017/MINSA[Ministerio de Salud]. *Plan Nacional de Prevención y control de cáncer de mama en el Perú 2017-2021. 01 de enero 2017*
- Mohana Priya, T., & Punithavalli, M. (2019). An efficient data mining techniques - Multi-objective KNN algorithm to predict breast cancer. *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 8(8), 986–990. <https://doi.org/10.35940/ijrte.B1188.0882S819>
- Naufal, S. A., Adiwijaya, A., & Astuti, W. (2020). Analisis Perbandingan Klasifikasi Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbors (KNN) untuk Deteksi Kanker dengan Data Microarray. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 7(1), 162. <https://doi.org/10.30865/jurikom.v7i1.2014>
- Rajaguru, H., & Sannasi Chakravarthy, S. R. (2019). Analysis of decision tree and k-nearest neighbor algorithm in the classification of breast cancer. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 20(12), 3777–3781. <https://doi.org/10.31557/APJCP.2019.20.12.3777>
- Rejón Herrera, E. G., Esparza Sánchez, R., Pasos Ruiz, A., & Moreno Caballero, E. (2021). Clasificación de Indicadores de Interacción del uso de la plataforma Moodle para cursos de modalidad B-learning. *Tecnología Educativa Revista CONAIC*, 2(1), 78–86. <https://doi.org/10.32671/terc.v2i1.170>
- Thanh Noi, P., & Kappas, M. (2017). Comparison of Random Forest, k-Nearest Neighbor, and Support Vector Machine Classifiers for Land Cover Classification Using Sentinel-2 Imagery. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 18(1). <https://doi.org/10.3390/s18010018>
- Uddin, S., Khan, A., Hossain, M. E., & Moni, M. A. (2019). Comparing different supervised machine learning algorithms for disease prediction. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 19(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s12911-019-1004-8>
- Vallejos Sologuren, C. S., Aguilar cartagena, A., & Flores Flores, C. J. (2020). Situación del Cáncer en el Perú. *Diagnóstico*, 52(2), 77–85. <https://doi.org/10.33734/diagnostico.v59i2.221>
- Villavicencio Romero, M. E., Moreno Daza, G. A., Ordóñez Andrade, G. E., & Paredes Colcha, L. M. (2019). Diagnóstico por imágenes de cáncer de mamas. Comparación entre técnica ecográfica y mamografía. *Dominio de Las Ciencias*, 5(3), 647.

<https://doi.org/10.23857/dc.v5i3.957>

- Wu, J., & Hicks, C. (2021). Breast cancer type classification using machine learning. *Journal of Personalized Medicine*, 11(2), 1–12. <https://doi.org/10.3390/jpm11020061>
- Xing, W., & Bei, Y. (2020). Medical Health Big Data Classification Based on KNN Classification Algorithm. *IEEE Access*, 8, 28808–28819. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2955754>
- Xu, H., Zhou, J., Asteris, P. G., Armaghani, D. J., & Tahir, M. M. (2019). Supervised machine learning techniques to the prediction of tunnel boring machine penetration rate. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(18), 1–19. <https://doi.org/10.3390/app9183715>
- Zhang, S. (2021). Challenges in KNN Classification. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 1–13. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2021.3049250>
- Zielonke, N., Kregting, L. M., Heijnsdijk, E. A. M., Veerus, P., Heinävaara, S., McKee, M., de Kok, I. M. C. M., de Koning, H. J., van Ravesteyn, N. T., Gredinger, G., De Brabander, I., Arbyn, M., Simoons, C., Martens, P., Candeur, M., Arbyn, M., Simoons, C., Burrion, J. B., Dimitrov, P., ... Latinovic, R. (2021). The potential of breast cancer screening in Europe. *International Journal of Cancer*, 148(2), 406–418. <https://doi.org/10.1002/ijc.33204>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Lévano-Rodríguez, Daniel: Investigador y redactor del artículo.

Cerdán-León, Flor Elizabeth: Investigadora y redactora del artículo.

Artículo original / Original article

Enfoque sistémico-cibernetico en el diseño de sistema de gestión de una institución de educación superior universitaria

Systemic-cybernetic approach in the design of a management system of a university higher education institution

Taipe-Castro, Robensoy [ID 0000-0001-7520-5703]

¹Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú

✉ rtaipe@uncp.edu.pe

Recibido: 31/10/2021;

Aceptado: 30/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: La investigación incide en el diseño del sistema de gestión en la Institución de Educación Superior Universitaria (IESU) con fines de acreditación mediante el enfoque sistémico-cibernetico. El propósito es detallar la construcción del sistema de gestión basada en procesos. La metodología de diseño sistémico-cibernetico es utilizada enfocada a atender criterios provenientes de la normatividad pertinente a la IESU y estandarización de sistemas de gestión. Los resultados fueron el modelo de sistema viable de la facultad, los procesos agrupados en funciones sistémicas y el mapa de procesos. Asimismo, la investigación evidencia la viabilidad organizacional de la IESU y concluye que el enfoque sistémico-cibernetico aborda la organización esclareciendo sus fines y medios organizacionales deseables e idealizados, ello incide en el diseño del sistema de gestión propio y particular de la institución.

Palabras clave: acreditación; cibernética organizacional; holística; mapa de procesos

Abstract: The research affects the design of the management system in the "university higher education institution" (IESU) for accreditation purposes through the systemic-cybernetic approach. The purpose is to detail the construction of the process-based management system. The systemic-cybernetic design methodology is used focused on meeting criteria from the relevant regulations of the IESU and standardization of management systems. The results were the Faculty's viable system model, the processes grouped into systemic functions and the process map. Likewise, the research shows the organizational viability of the IESU and concludes that the systemic-cybernetic approach addresses the organization by clarifying its desirable and idealized organizational goals and means, which affects the design of the institution's own and particular management system.

Keywords: accreditation; holistic; organizational cybernetics; process map

Cómo citar / Citation: Taipe-Castro, R. (2021). Enfoque sistémico-cibernetico en el diseño de sistema de gestión de una institución de educación superior universitaria. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e250. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.250>

I. Introducción

El diagnóstico para la formulación de la Política Nacional de la Educación Superior y Técnico-Productivo del Perú, evidencia la situación actual del problema público y la situación futura deseada de la educación superior y técnico-productiva (MINEDU, 2020).

En el árbol de problemas de la educación superior y técnico-productiva (ESTP), la población con inadecuadas competencias para ejercer su profesión y desarrollar investigación e innovación genera baja competitividad y desarrollo sostenible del país, a raíz de las siguientes causas directas: bajo acceso de la población a la ESTP, débil proceso formativo integral de la ESTP, débil articulación para el aseguramiento de la calidad de la ESTP, y por último, insuficiente movilización de recursos para asegurar la calidad y el desarrollo de la investigación e innovación de la ESTP (MINEDU, 2020).

La interrelación e interdependencia de las causas directas relacionadas con la ESTP condiciona la operación de la institución de educación superior en particular, inciden en su acceso, componentes, dirección y la interrelación con su entorno. La cuestión es ¿Cómo de forma integral, la institución de educación superior universitaria (IESU) debe enfrentar la problemática de la ESTP?

Asimismo, cabe señalar que los procesos administrativos de la universidad en el Perú evidencian una baja calificación en la satisfacción por parte de los estudiantes y egresados; además, los resultados negativos fueron: “los trámites generales” (15.2%), “la atención del personal administrativo” (19.8%), y finalmente, “los procesos de matrícula e inscripciones de asignaturas” (28.3%) (MINEDU, 2020). En base a ello, cabe preguntar ¿Qué sistema de gestión propio de la institución de educación superior universitaria incrementaría el nivel de satisfacción de los estudiantes universitarios y egresados?

El sistema de gestión de una institución es el conjunto de componentes interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr fines organizacionales. Cada institución u organización tiene una manera de realizar sus actividades, es decir, su propio sistema de gestión para el logro de sus fines, sin embargo, en algunas oportunidades son poco eficientes, en tal caso, impera un motivo de diseño y mejora continua desde un enfoque sistémico.

Durante las últimas décadas, el diseño organizacional desde el enfoque sistémico-cibernético, ha experimentado un crecimiento considerable. Además, ha interrelacionado con los diseños de sistemas de gestión.

La metodología y diseño de sistemas ha surgido como un concepto y principios de razonamiento para integrar la resolución de problemas de ingeniería tradicional con la teoría de sistemas, la ciencia de la gestión, la teoría de decisiones del comportamiento y los enfoques de planificación y diseño (Nadler, 1985). La ingeniería de sistemas combina aspectos sistémicos y sistemáticos, evidencia la práctica del pensamiento sistémico en el diseño de sistemas, su núcleo es la consideración holística del ciclo de vida completo del sistema con un fuerte enfoque en las primeras fases de desarrollo, como la identificación de las necesidades de las partes interesadas (Bretz, Könemann, Anacker, & Dumitrescu, 2020).

Durante aproximadamente 40 años, se ha afirmado que la cibernética y el diseño tienen mucho en común. Esto se expresó originalmente a través de criterios de comunicación y

mediante el uso de enfoques cibernéticos clásicos como métodos de uso en el diseño. Hay una relación mucho más estrecha entre la cibernética y el diseño, mediante la consideración de los desarrollos en cibernética que no estaban disponibles hace 40 años (cibernética de segundo orden) y mediante el examen de la actividad en el corazón del acto de diseño, mientras que muchos intentos anteriores se han centrado en la investigación que es mucho más sobre evaluación, prescripción y proscrición (Glanville, 2007).

Los conocimientos generales de la (gestión) cibernética (por ejemplo, viabilidad, atenuación y amplificación) pueden realizarse en las organizaciones mediante su diseño estructural. Tener una estructura que permita a las organizaciones atenuar y amplificar es una condición crucial para la viabilidad organizacional (Vriens & Achterbergh, 2011).

El marco de ideas basado en la cibernética organizacional y en especial el modelo de sistema viable, no solo presenta una explicación detallada de los principios de un sistema de educación superior viable, sino que también proporciona la base para un rediseño completo que puede utilizarse para ayudar a la dirección de las principales universidades a diagnosticar y mantener la viabilidad de sus sistemas. El proceso de gestión de un sistema de educación superior es complejo debido al problema de la burocracia y sus costos relacionados (Saeed Rezk & Gamal, 2019).

El pensamiento sistémico, según lo escrito y practicado por Russell Ackoff, C. West Churchman, Peter Checkland y otros (Ackoff, 2006), (Churchman, 1995), (Checkland, 2019), contenía muchos de los impulsos que motivan la aplicación de ideas de diseño a la estrategia, la organización, la sociedad y la gestión. Ideas como involucrar a un amplio conjunto de partes interesadas, ir más allá de las métricas y cálculos simples, considerar opciones idealizadas y usar escenarios para explorarlas, cambiar los límites para replantear los problemas, la iteración, el uso liberal de diagramas e imágenes enriquecidas, y la búsqueda incansable de una mejor un conjunto de alternativas estaban todas allí (Collopy, 2019).

Por otro lado, la educación superior es fundamental para las sociedades por su responsabilidad de crear y difundir conocimiento y contribuir al desarrollo comunitario (UNESCO, 2017). La educación superior es la segunda etapa del sistema educativo nacional y consolida la formación integral de las personas, “produce conocimiento, desarrolla investigación e innovación y forma profesionales en el más alto nivel de especialización y perfeccionamiento en todos los campos del saber, el arte, la cultura, la ciencia y la tecnología, a fin de atender la demanda de la sociedad y contribuir al desarrollo sostenible del país”, Art. 49 de la Ley 28044, (MINEDU, 2003).

Una estrategia para el diseño de sistema de gestión es abordada por el enfoque sistémico-cibernético. El enfoque sistémico es una forma de pensar acerca del sistema total y sus componentes. De hecho, puede ser bastante radical para alguien pensar primero en el objetivo general y luego comenzar a describir el sistema en términos de ese objetivo general. Además, hay algunos principios para el “enfoque sistémico”: “1) El enfoque de sistemas comienza cuando primero ves el mundo a través de los ojos de otro; 2) El enfoque de sistemas continúa descubriendo que cada visión del mundo está terriblemente restringida; 3) No hay expertos en el enfoque de sistemas; 4) El enfoque de sistemas no es una mala idea” (Churchman, The systems approach, 1968). El enfoque sistémico permite el acceso a lo complejo y lo admite sin desbaratar su integridad como tal. Entonces, “ve la cosa en el juego de sus interrelaciones” (Flores &

Ludueña, 1983). El “enfoque sistémico”, es un marco de trabajo basado en la teoría de sistemas y la cibernética. Este esfuerzo, proporciona un aparato formal para tratar con sistemas complejos de todo tipo y, por lo tanto, es adoptado cada vez más en muchos campos de investigación. La teoría de sistemas y la cibernética también son reconocidas como un nuevo “lenguaje”, que permite la interacción sinérgica entre diferentes disciplinas, aumentando así la posibilidad de intervenciones innovadoras y transdisciplinarias a problemas complejos (Schwaninger, 2009). En su forma más avanzada, el “enfoque sistémico” fomenta el empleo de una variedad de metodologías en combinación para gestionar “desordenes” y “problemas perversos” (Jackson, 2019) en las organizaciones y fenómenos complejos.

La Cibernética Organizacional aplica los principios relacionados con la “Comunicación y el Control” a las organizaciones, fue desarrollado por Stafford Beer (Beer, 1985). Los aspectos resaltantes de su teoría son: el concepto de viabilidad, variedad, Ley de Ashby y sus alcances, Teorema de “Conant-Ashby”, atenuación y amplificación. En la Cibernética Organizacional hasta ahora ha habido un apoyo metodológico limitado para hacer un uso efectivo de este conjunto de conocimientos. El trabajo de Stafford Beer, en particular su libro “Diagnóstico del sistema para organizaciones” publicado en 1985, ofrece una guía para aplicar el modelo de sistema viable, pero no una epistemología para comprender las organizaciones (Espejo & Reyes, 2011). La Cibernética Organizacional es muy superior a las alternativas que normalmente ofrece la teoría de la organización (clásica, relaciones humanas y contingentes), además de ser capaz de dar sentido a los últimos hallazgos en teoría organizacional e integrarlos en una herramienta de gestión aplicable. Su enorme poder explicativo en comparación con el análisis habitual llevado a cabo en la teoría de la organización reside en la ciencia de la cibernética y la epistemología estructuralista en la que se basa. La teoría organizacional (al menos la teoría basada en el positivismo) generalmente basa sus argumentos en las relaciones observables entre fenómenos superficiales, mientras que la cibernética puede explicar estas relaciones sobre la base de procesos funcionales en el nivel profundo y estructural (Pérez Ríos, 2012). Del mismo modo, Pérez Ríos (2012), explica la gran aplicación del “Modelo de Sistema Viable” (MSV) en la Cibernética Organizacional. El MSV describe “las condiciones necesarias y suficientes para que una organización sea viable. Cuando éstas no se cumplen, las secuelas, según la gravedad de la privación, es un desatinado funcionamiento e incluso el desvanecimiento de la organización.

El MSV intenta brindar las condiciones necesarias y suficientes de viabilidad en la que el sistema bajo estudio reconozca su propia identidad y, al hacerlo, invita ese reconocimiento por parte de otros. Cualquier sistema es un fenómeno subjetivo, reconocido y, en ese proceso, modificado por sus observadores, que se incluye a sí mismo. Está incrustado en un entorno con el que interactúa todo el tiempo, en los intercambios que interpretamos como modos de aprendizaje, de adaptación, de evolución (Beer, 1990). Puesto en un lenguaje más figurativo, el MSV ayuda a descifrar el “ADN” de las organizaciones, es decir, las “funciones de vida” y los principios de gobierno que son necesarios para que sean viables. Quien haya entendido el MSV descubrirá cuántos fenómenos y procesos en las organizaciones pueden explicarse, y con qué rapidez y profundidad son analizados los problemas de una organización y predecir las consecuencias de las reorganizaciones y reestructuraciones.

Así, el trabajo pretende abordar diferentes estrategias basados en el enfoque sistémico-cibernetico para diseñar el sistema de gestión en la institución de educación superior

universitaria, con varios niveles de intensidad, profundidad y autenticidad entre los distintos subsistemas.

2. Materiales y métodos

El desarrollo de la metodología de investigación es mediante el diseño sistémico – cibernético (Beer, 1985), (Taípe Castro R., 2018).

La investigación, al inicio, reflexiona un estudio sistémico-cibernético de la institución, y luego, realiza el diseño del sistema organizativo.

El diseño sistémico-cibernético, inicia con la descripción del desdoblamiento de complejidad; luego, el diseño de autonomía y viabilidad, diseño del balance interno, diseño del balance con el entorno, diseño del componente de identidad y política organizacional; en seguida, el modelo del sistema viable, análisis de funciones sistémicas, diseño de procesos agrupados en funciones sistémicas y al final, el mapa de procesos (Taípe Castro R. M., 2009a), (Taípe Castro R. M., 2009b), (Taípe Castro R. , 2009c).

El tipo de investigación es Tecnológico aplicativo, el nivel de investigación es explicativo, es decir, “está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos bajo estudio; también, centra su propósito en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 98).

El diseño de investigación es un caso de estudio contemporáneo, mediante observador - participante. El estudio de caso, según Vieytes (2004) citado por (Hurtado de Barrera, 2010, pág. 737), los estudios de caso “consisten en recopilar e interpretar detalladamente la mayor cantidad de información posible sobre una persona, una institución, una empresa.” “El estudio de caso trata de adquirir una comprensión relativamente completa de la unidad de análisis. La cual es considerada holísticamente en lugar de indagar aspectos separados” (Hurtado de Barrera, 2010, pág. 738).

3. Resultados y discusión

El diseño del sistema de gestión mediante el enfoque sistémico cibernético evidencia el modelo del sistema viable, diseño de procesos agrupados en funciones sistémicas y al final, el mapa de procesos.

3.1. Modelo de sistema viable de la Facultad de Ingeniería

El modelo de sistema viable de la Facultad de Ingeniería, explica la integración e interrelación de los 5 sistemas, a saber: Sistema 1 (operación), Sistema 2 (coordinación), Sistema 3 (Cohesión), Sistema 3* (Auditoría – Monitoreo), Sistema 4 (adaptación – inteligencia) y Sistema 5 (identidad – política) (ver Fig. 1).

El modelo de sistema viable, Figura 1, muestra el diseño de los 3 procesos misionales, sistema I (representado por **o**), ellos son: Enseñanza - Aprendizaje, Investigación, Extensión Cultural y Proyección Social, entre cada uno de estos procesos misionales existe información, comunicación, insumos y requerimientos detallados en el gráfico representado como una liga entre cada proceso, esta “liga” es de color anaranjado. Cada proceso misional tiene su respectivo

entorno identificado, al que tienen que brindar su atención mediante mecanismos atenuadores y amplificadores, a su vez cada proceso misional tiene su respectiva gestión local (representado por ■) y su coordinación local en íntima relación como la de compartir datos, indicadores de gestión, requerimientos, cumplimiento de responsabilidades, esta información es llevada a la coordinación central a través de mecanismos diseñados tales como la Programación Académica, Jornadas de Investigación, Reuniones de difusión de requerimientos de Extensión Cultural, Proyección Social y Transferencia Tecnológica, mediante estos mecanismos se determinan consensos para dar atención a las necesidades requeridas por cada proceso, así como también dan cuenta de las metas que están alcanzando, toda esta información de forma resumida es llevada a la Coordinación Central; también en el gráfico, el sistema 2, estabilización y sincronización (representado por ▲), toma en cuenta la información brindada por cada uno de los procesos misionales y las decisiones de coordinación para el logro de la viabilidad de la Facultad mediante la Comisión de Estabilización y Sincronización. El sistema 3*, auditoría y monitoreo (representado por ▼), este monitoreo es de forma esporádica y no es punitiva, tiene la finalidad de ver por otros medios no formales las causas de algunos indicadores ya sea favorable o desfavorable para la Facultad, el sistema 3, cohesión (representado por ■), es el encargado de garantizar los insumos logísticos para llevar a cabo un óptimo desarrollo de los procesos misionales, el sistema 4, Adaptación e Inteligencia (representado por ■) es el encargado de velar por los nuevos escenarios que van presentándose a la Facultad y proponer nuevos métodos y metodologías para afrontar estos cambios del entorno y el Sistema 5, Identidad y Política (representado por ■), es el sistema que brinda la capacidad de seguir realizando las actividades acorde a la identidad de la Facultad.

- La función sistémica de adaptación e inteligencia, sistema 4, está compuesto por el Proceso de Adaptación e Inteligencia.
- La función sistémica de identidad y política, sistema 5, está compuesto por el Proceso de Identidad y Política.

3.3. Mapa de procesos de la Facultad

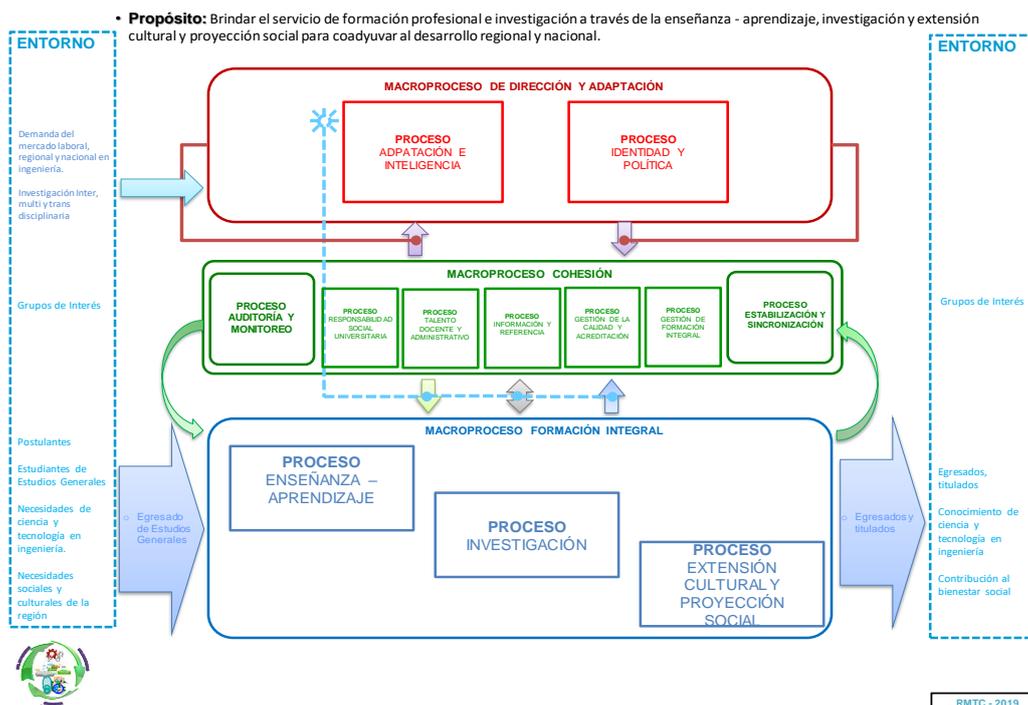
El mapa de procesos de la Facultad de Ingeniería en el mismo sentido de sistema viable, tiene el propósito brindar el servicio de formación profesional e investigación, a través de la enseñanza aprendizaje, investigación, extensión cultural y proyección social para coadyuvar al desarrollo regional y nacional. Para cumplir dicho propósito desarrolla a su interior las seis funciones sistémicas mediante tres macro procesos, denominados con respecto a los sistemas 1, 2, 3, 3*, 4, 5: Formación Integral (S1), Cohesión y Monitoreo (S2, S3, S3*) y Dirección y Adaptación (S4 y S5) (ver Figura 2).

El Macro proceso de Formación Integral, encargado de llevar a cabo los procesos para cumplir el propósito de la Facultad, lo integran los procesos: Enseñanza – Aprendizaje, Investigación, Extensión Cultural y Proyección Social.

El Macro proceso de Cohesión y Monitoreo, encargado de llevar a cabo la negociación de recursos, gestión del talento humano, planes operativos y directivas; además, recoge información sobre el análisis misional y entrega informes de auditorías.

El Macro proceso de Dirección y Adaptación, encargado de recibir del macro proceso de cohesión y monitoreo la información del aquí y ahora de la Facultad, y por parte del entorno las tendencias y novedades, como resultado de esta interacción de información entrega estudios prospectivos. También es el encargado de proporcionar la visión, misión y lineamientos de políticas para la Facultad.

Figura 2. Mapa de procesos de la Facultad de Ingeniería



4. Discusión

El diseño organizacional mediante el enfoque sistémico-cibernético, por un lado, esclarece el sentido y propósito de la organización, asimismo, el “ser organización”; por otro, contribuye considerando en el diseño las seis funciones sistémicas: operación, coordinación, cohesión, auditoría, adaptación, e identidad – política, necesarias para la viabilidad de la organización. Sin embargo, la difusión y utilidad del enfoque sistémico-cibernético está restringida en algunas organizaciones y ámbitos académicos.

El sistema de gestión son elementos interrelacionados que permiten desarrollar el “fin organizacional”, es decir, es un despliegue formal de los “medios organizacionales”. El sistema de gestión, casi siempre ha sido relacionado al cumplimiento de requerimientos en base alguna norma ISO, ejemplo ISO 9001:2015, dejando de lado el sentido y significado de la organización. El enfoque sistémico-cibernético, insta y considera en forma seria el “ser organización” con su característica compleja y sistémica, ello asegura, el diseño de su sistema de gestión pertinente y en contexto.

5. Conclusiones

El enfoque sistémico-cibernético aborda la organización esclareciendo sus fines y medios organizacionales deseables e idealizados. Ello incide en el diseño del sistema de gestión propio y particular de la institución.

Enfatizar el valor del diseño organizacional mediante el enfoque sistémico y la cibernética organizacional, en específico el sistema de gestión basada en procesos, es reiterar la aplicación de: la construcción del modelo del sistema viable, análisis de funciones sistémicas, diseño de procesos agrupados en funciones sistémicas y el mapa de procesos.

Referencias bibliográficas

- Ackoff, R. (2006). Why Few Organizations Adopt Systems Thinking. *Systems Research and Behavioral Science*, 23(5), 705-708.
<https://doi.org/10.1002/sres.791>
- Beer, S. (1985). *Diagnosing the System for Organizations* (1st ed.). Wiley.
- Bretz, L., Könemann, U., Anacker, H., & Dumitrescu, R. (2020). A contribution to the design of organizational structures suitable for Systems Engineering. *Procedia CIRP* 91, 101-106.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.02.154>
- Checkland, P. (2019). Reflections on 40 years in the management field: A Parthian shot (friendly). *Journal of the Operational Research Society*, 70(8), 1219-1223.
<https://doi.org/10.1080/01605682.2019.1590137>
- Churchman, C. W. (1968). *The Systems Approach*. Delacorte Press.
- Churchman, C. (1995). Ethics and Science. *Systems Research*, 12(4), 267-271.
<https://doi.org/10.1002/sres.3850120406>

- Collopy, F. (2019). Why the Failure of Systems Thinking Should Inform the Future of Design Thinking. *Design Issues*, 97–100.
https://doi.org/10.1162/desi_a_00538
- Espejo, R., & Reyes, A. (2011). *Organizational Systems: Managing Complexity with the Viable System Model*. Springer
- Flores, S., & Ludueña, M. (1983). *Teoría General de Sistemas y Cibernética, Cuaderno Nro 7*. Grupo de Estudios de Sistemas Integrados.
- Glanville, R. (2007). Try again. Fail again. Fail better: the cybernetics in design and the design in cybernetics. *Kybernetes*, 36(9/10), 1173-1206.
<https://doi.org/10.1108/03684920710827238>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Hurtado de Barrera, J. (2010). *Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia*. Quirón.
- Jackson, M. (2019). *Critical Systems Thinking and the Management of Complexity*. John Wiley & Sons Ltd.
- Ley General de Educación, Ley Nro. 28044 [MINEDU]. (28 de Julio de 2003). Lima, Lima, Perú.
- Decreto Supremo N° 012-2020-MINEDU del 2020 [MINEDU]. *Política Nacional de Educación Superior y Técnico-Productiva*. (31 de agosto del 2020). Lima, Lima, Perú
- Nadler, G. (1985). Systems methodology and design. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 15(6), 685–697. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1985.6313452>
- Pérez Ríos, J. (2012). *Design and Diagnosis for Sustainable Organizations The Viable System Method*. Springer.
- Saeed Rezk, S., & Gamal, S. (2019). An Organizational Cybernetics Framework for Designing a Viable Higher Education System. *Systemic Practice and Action Research*, 33, 703–724.
<https://doi.org/10.1007/s11213-019-09505-9>
- Schwaninger, M. (2009). *Intelligent Organizations*. Germany: Springer.
- Taipe Castro, R. (2009c). *Diseño de la universidad basado en el enfoque de sistema viable. Tomo III*. UNCP.
- Taipe Castro, R. (2018). *Estudio sistémico interpretativo de una institución de educación superior universitaria para el diseño de un sistema de gestión*. UNCP.
- Taipe Castro, R. M. (2009a). *Identificación y análisis de la UNCP Tomo I*. UNCP.
- Taipe Castro, R. M. (2009b). *Diagnóstico de la universidad basado en el enfoque de sistema viable Tomo II*. UNCP.
- UNESCO. (2017). *Six ways to ensure higher education leaves no one behind*. Global Education Monitoring.

Vriens, D., & Achterbergh, J. (2011). Cybernetically sound organizational structures I: de Sitter's design theory. *Kybernetes*, 40(3/4), 405-424.
<https://doi.org/10.1108/03684921111133656>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Taípe-Castro, Robensoy: Investigador y redactor del presente artículo.

Artículo original / Original article

Modelo sistémico con enfoque en disciplinas individuales de las organizaciones inteligentes y la eficiencia organizacional: “Yo soy el cambio”

Systemic model with focus on individual disciplines of intelligent organizations and organizational efficiency: “I am the change”

Zanabria-Ortega, Milder [[ORCID](#) 0000-0003-1668-9861]

¹Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

✉ mzanabria@unap.edu.pe

Recibido: 04/11/2021;

Aceptado: 07/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: El modelado del comportamiento de una organización desde una perspectiva de organización inteligente, es un tema desafiante, sin embargo, se logró determinar la influencia de un modelo de dinámica de sistemas sobre el enfoque de las organizaciones inteligentes en la eficiencia organizacional de una universidad pública a través del mismo modelo y respaldado también el estadístico Rho de Spearman, pues el nivel de la investigación es correlacional, de diseño cuasi experimental y de tipo aplicada, con una muestra probabilística de 73 servidores administrativos de la universidad. Se logró la construcción y validación del modelo en sus diferentes jerarquías. Y al incidir en el dominio personal, primera disciplina individual de una organización inteligente, se observa que la eficiencia organizacional podría mejorar en un 15% a lo largo del tiempo. En cuanto a la disposición por cambiar los modelos mentales estos podrían influir de un 41% a un 64% sobre la eficiencia, esto en un periodo de tiempo de 36 meses. Lográndose también ver la sinergia que existe al combinar cada una de las disciplinas desde una perspectiva holística. Se concluye que el modelo con enfoque en las organizaciones inteligentes denota influencia positiva en la eficiencia de las universidades, en este caso en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Palabras clave: dinámica de sistemas; eficiencia organizacional; modelo; organizaciones inteligentes; simulación

Abstract: The modeling of the behavior of an organization from an intelligent organization perspective is a challenging topic. However, it was possible to determine the influence of a system dynamics model on the approach of intelligent organizations in the organizational efficiency of a public university to using the same model and also supported by Spearman's Rho statistic; since the research level is correlational, of a quasiexperimental design and of an applied type, with a probabilistic sample of 73 administrative servers from the university. The construction and validation of the model in its different hierarchies was achieved. And by influencing the personal domain, the first individual discipline of an intelligent organization, it is observed that organizational efficiency could improve by 15% over time. Regarding the willingness to change the mental models, these could influence from 41% to 64% on the efficiency, this in a period of time of 36 months. Also achieving see the synergy that exists when combining each of the disciplines from a holistic perspective. Concluding that the model with a focus on intelligent organizations denotes a positive influence on the efficiency of universities, in this case at the Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Keywords: intelligent organizations; model; organizational efficiency; simulation; system dynamics

Cómo citar / Citation: Zanabria-Ortega, M. (2021). Modelo sistémico con enfoque en disciplinas individuales de las organizaciones inteligentes y la eficiencia organizacional: “Yo soy el cambio”. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e264. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.264>

I. Introducción

Conociendo el concepto de sistemas y más aún de sistemas complejos no lineales, nos será fácil ubicar a las universidades dentro de ellos, su propia estructura, su gestión, su eficiencia, hacen que pertenezcan a los mismos; favorablemente, la Dinámica de Sistemas, una metodología disponible, probada y fiable ayuda a la comprensión del comportamiento de estos sistemas (Aracil & Gordillo, 1998; Cerquera Cruz, 2017). Por ello, esta investigación se enfoca hacia los miembros de una organización, con comportamientos aún más complejos dentro de un enfoque organizacional inteligente, para que a través de un modelo de simulación podamos generar mejoras en dichos comportamientos para hacer de las universidades públicas organizaciones más eficientes y porque no, organizaciones más inteligentes.

Hoy en día, se hace más sólida la importancia de las organizaciones con gran inteligencia emocional e inteligencia organizacional (IO). La IO está entendida como la capacidad para aprender de una manera vertiginosa, eficiente y eficaz, impulsando a investigar profundamente a la IO, para luego medirla periódicamente a través de herramientas de diagnóstico, pudiendo ser un modelo de simulación (Lozano Oviedo & Gonzalez-Campo, 2015).

Actualmente en las organizaciones se reflejan tiempos excesivos de espera, baja calidad de respuesta e insatisfacción; se considera importante que las organizaciones aprendan y que con el tiempo puedan replicar el conocimiento que concentran en ellas a partir de agentes involucrados en su operación (Ahumada Tello & Perusquia Velasco, 2016). La eficiencia y competitividad han sido investigadas desde diferentes perspectivas, más, existen escasas, aplicando un enfoque desde las disciplinas de la organización inteligentes.

El estudio de la IO no está limitado a un sector organizacional específico. Por lo que para la presente investigación han sido identificados diversos estudios de modelos de gestión de la IO aplicados en distintos campos organizacionales: en educación, tecnología, producción, electricidad y el universitario. En los mismos sobresalen el desarrollo y gestión de la capacidad de aprender, la creatividad, el conocimiento, la inteligencia emocional, eficiencia y eficacia, la misión y visión, los individuos y grupos, componentes que son inherentes en las disciplinas de IO propuestas por Senge (1995): dominio personal, modelos mentales, pensamiento sistémico, visión compartida y aprendizaje en equipo (Bala et al., 2017c). Y con la existencia de una aplicación correcta de las mismas, con las herramientas adecuadas, como lo es la simulación dinámica de sistemas que es la herramienta tecnológica del pensamiento de sistemas, el cual tiene como base el pensamiento holístico y el pensamiento holístico es la base filosófica de la ingeniería de sistemas de allí la idea de esta investigación, combinada con un enfoque también sistémico que son las organizaciones inteligentes; se podrá demostrar que ayudarán a mejorar la eficiencia organizacional. Entendiendo que los directivos de toda organización deben de entender a la eficiencia como un objetivo primordial, la misma que también es responsabilidad de todos los participantes (Espinosa Vizcaíno, 2011).

En este orden de ideas, en esta investigación se desarrolló una herramienta de diagnóstico, y simulación: un modelo de dinámica de sistemas encaminado a proponer el alcance que tienen las disciplinas de una organización inteligente desde una perspectiva pragmática, para mejorar la eficiencia organizacional. Variando la influencia de cada una de estas disciplinas individuales en la eficiencia de las empresas, produciendo un cambio en la forma de pensar, aprender y trabajar en las organizaciones, permitiendo que antes de una aplicación definitiva se puedan simular

dichos cambios, minimizando riesgos y disminuyendo costos lo cual redundaría en la eficiencia organizacional (Fullana Belda & Urquía Grande, 2009) (Bala et al., 2017b). Logrando además que la Universidad Nacional del Altiplano busque ser una organización inteligente, aquella que mediante el uso de estrategias basadas en el conocimiento desarrolle acciones de inteligencia de negocios, o, en otras palabras, que sea capaz de aprender a partir de sus miembros y sostener este conocimiento para la generación y transferencia de valor.

2. Materiales y métodos

La investigación es de tipo aplicada, nivel correlacional, el diseño es cuasi experimental. La población estuvo constituida por el personal administrativo que labora en el edificio administrativo de la Universidad, según los ajustes estadísticos, la muestra óptima fue un total de 73 servidores administrativos. Antes de la construcción del modelo se aplicó un cuestionario, instrumento adaptado del cuestionario de la tesis de Pomajambo Zambrano (2013). Además, se utilizó indicadores del libro de Senge (2012) y del cuestionario de Marsick & Watkins (2003). Los ítems fueron sometidos a juicio de expertos para obtener la validez, además se le aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach para conocer su grado de confiabilidad.

Los datos recolectados fueron procesados y tabulados posteriormente alimentados en el modelo, utilizando el programa SPSS se pudo medir el nivel de correlación que existe entre las variables, además el propio sistema dinámico de simulación nos dio reportes gráficos propios de la simulación en los que se denota también esta influencia. Al mismo tiempo para llevar a cabo la contrastación de las hipótesis, se aplicó la técnica estadística: Correlación de Rho de Spearman, por tratarse de dos variables cualitativas categorizadas (Hernández Sampieri & Fernández Collado, Carlos Baptista Lucio, 2014).

Se analizó los indicadores estadísticos para definir el nivel de correlación de las variables, resultando: $p=0.0000 < \alpha =0.05$, se rechazó la H_0 y se acepta H_1 , esto significa que un modelo de simulación dinámica de Sistemas, influye positivamente en la eficiencia organizacional en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, con un nivel de significancia $\alpha =0.05$ (5%) o 95% de nivel de confianza.

3. Resultados

3.1. Identificación del problema y Análisis del comportamiento

La Universidad Pública al ser un sistema complejo y no lineal, en sus diferentes estamentos y para esta investigación en su estamento administrativo presenta algunas ineficiencias y la Universidad Nacional del Altiplano, no es ajena a ello, lo que nos motivó a analizar el comportamiento de sus principales variables en un modelo de simulación.

3.2. Captura del conocimiento

Tabla I. Captura del conocimiento, obtenido de la muestra, disciplinas individuales y eficiencia.

		Población Muestra	Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre	% a favor
Disciplinas individuales	Preg.	100%	2.37	7.10	29.39	39.10	22.04	61.15
	1	73	2.74	8.22	35.62	45.21	8.22	53.42
	2	73	0.00	5.48	26.03	38.36	30.14	68.49
	3	73	4.11	9.59	15.07	38.36	32.88	71.23
	4	73	17.81	13.70	46.58	17.81	4.11	21.92
	5	73	0.00	2.74	15.07	38.36	43.84	82.19
	6	73	0.00	4.11	21.92	42.47	31.51	73.97
	7	73	1.37	17.81	50.68	27.40	2.74	30.14
	8	73	0.00	4.11	17.81	38.36	39.73	78.08
	9	73	0.00	4.11	31.51	45.21	19.18	64.38
	10	73	0.00	6.85	28.77	49.32	15.07	64.38
		73	0.00	1.37	34.25	49.32	15.07	64.38
		100%	3.61	21.30	44.58	23.41	7.10	30.51
Eficiencia organizacional	31	73	8.22	19.18	50.68	19.18	2.74	21.92
	32	73	0.00	8.22	49.32	31.51	10.96	42.47
	33	73	2.74	12.33	36.99	39.73	8.22	47.95

3.3. Validación del modelo

Validación de la estructura

Se ha verificado, las ecuaciones las cuales son técnicamente correctas y dimensionalmente consistentes. Para ello se ha revisado la sintaxis del modelo a través de la función Check Model del Vensim PLE y además se ha hecho uso de la función Units Check.

Análisis de Sensibilidad

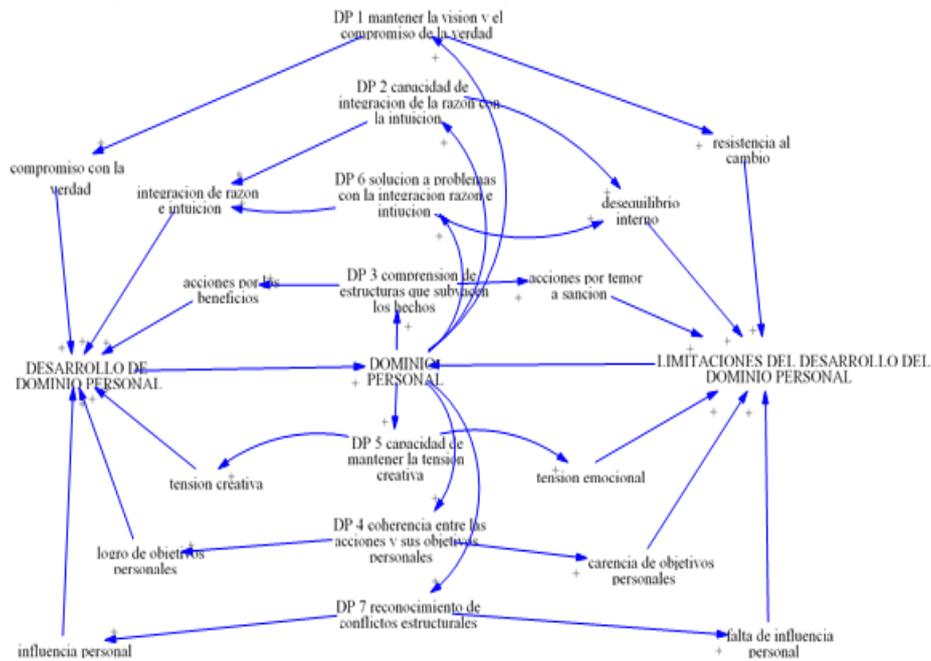
Se examinó la consistencia del modelo realizando cambios en valores de los parámetros. Se analizó el impacto que causan diversos valores de los parámetros sobre el comportamiento del sistema. Realizamos un proceso iterativo de modificación de los valores adoptados para los parámetros del modelo y examinar la salida resultante (Morlán Santa Catalina, 2010).

3.4. Modelado de las disciplinas individuales de una organización inteligente

Modelamiento cualitativo

Se analizaron las dos disciplinas individuales, identificando sus principales variables y relaciones las que han sido extraídas de los indicadores de nuestra investigación, por efectos de resumen sólo presentamos el diagrama causal de Dominio Personal el mismo que define las influencias que se producen entre los elementos que integran el sistema a través de las variables (Bala et al., 2017a).

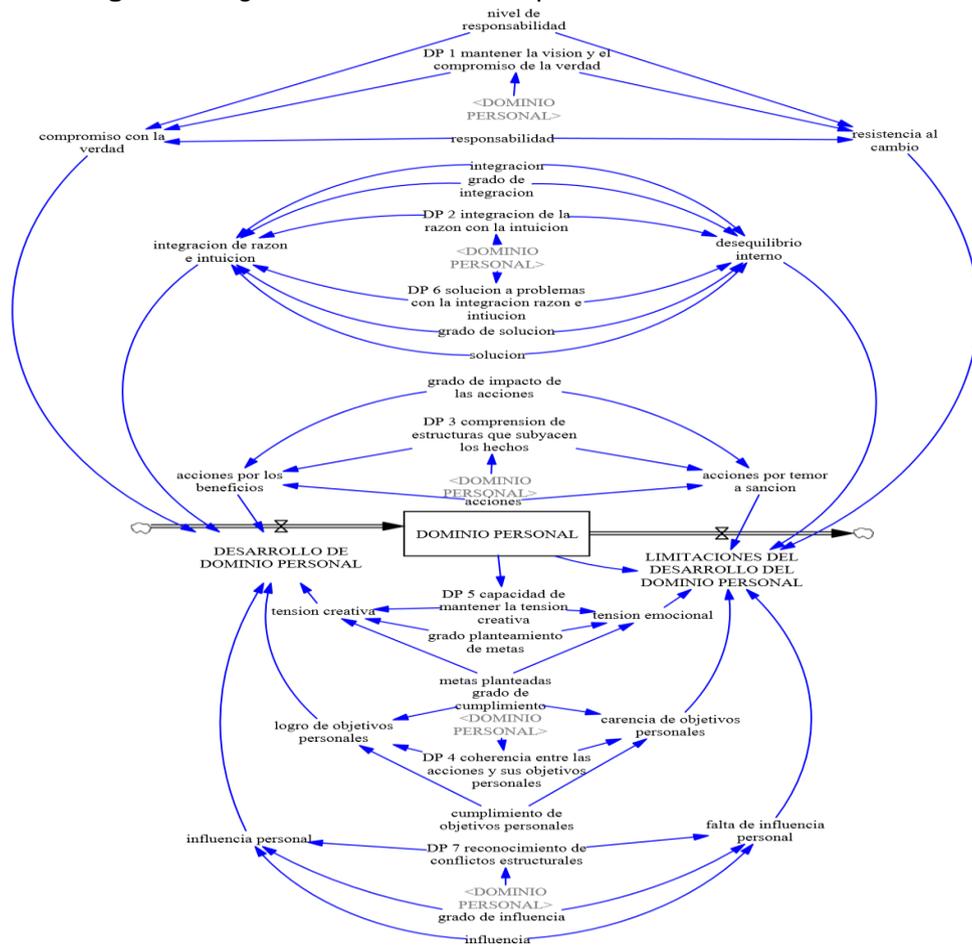
Figura 1. Diagrama Causal de la Disciplina Individual: Dominio Personal



Modelamiento cuantitativo

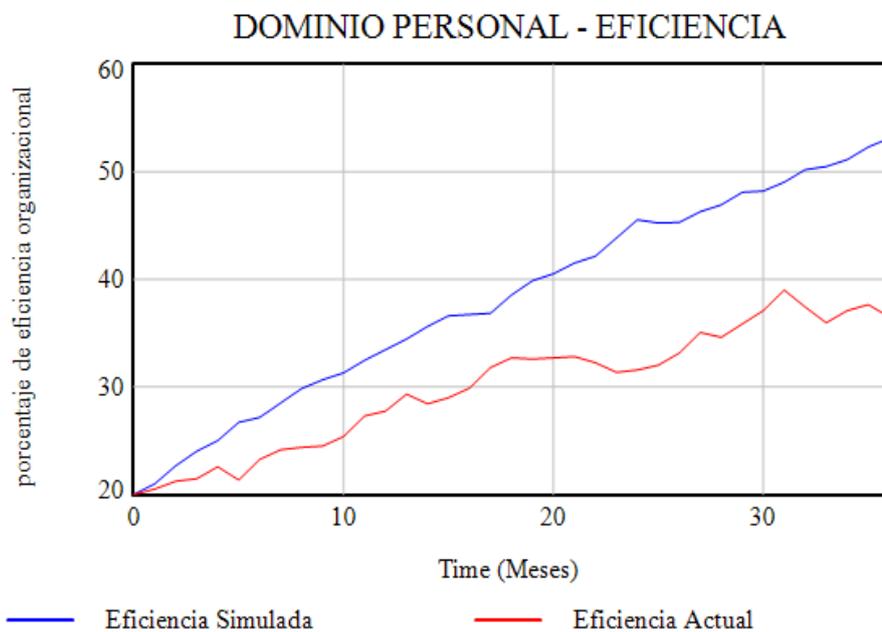
Este modelamiento se puede visualizar y analizar gráficamente en sus diagramas Forrester, los mismos fueron desarrollados íntegramente en el software Vensim® PLE, generando también el Modelado Matemático (Forrester, 1968)(Pessôa & Spínola, 2014). A continuación, el Diagrama Forrester de Dominio personal; el mismo permite el análisis gráfico del comportamiento de la disciplina, en función a variables de flujo, variables compensadoras y las interrelaciones entre las mismas.

Figura 2. Diagrama Forrester de la Disciplina Individual: Dominio Personal



La siguiente figura, es el resultado de los reportes gráficos del modelado cuantitativo.

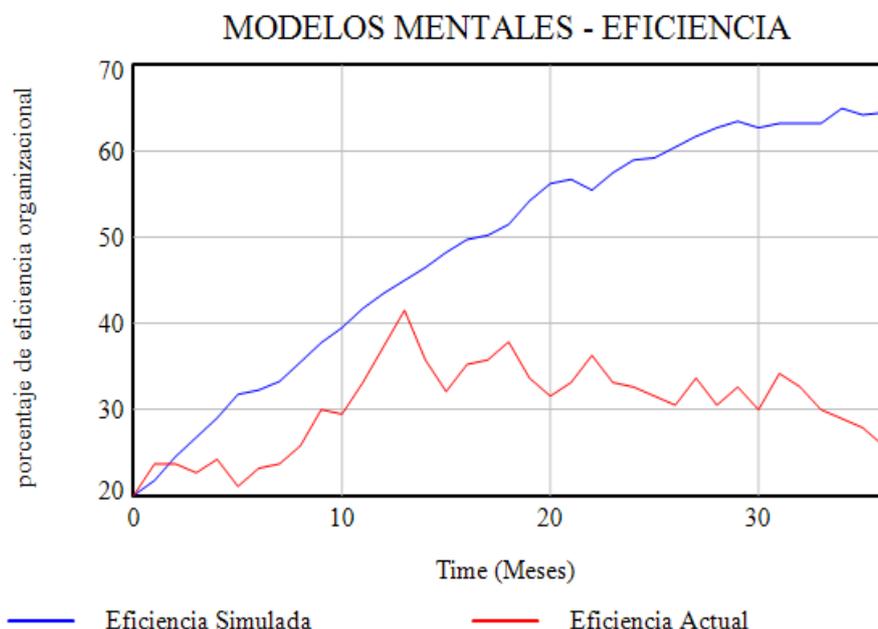
Figura 3. Personal Influencia del Dominio Personal sobre la Eficiencia. Actual vs Simulado



De la figura: al modelar el dominio personal sobre la Eficiencia actual en los primeros 10 meses no sobrepasa el 30% alcanzando un máximo de 39% en el mes 31. Al incidir sobre esta disciplina a través del modelo, el mes 36 alcanza el 54% incrementándose la eficiencia organizacional en la Universidad Nacional del Altiplano en un 15%.

Del modelado cuantitativo de Modelos mentales, se obtuvo el siguiente resultado:

Figura 4. Personal Influencia del Dominio Personal sobre la Eficiencia. Actual vs Simulado



En cuanto al modelado de modelos mentales y su posterior simulación sobre la eficiencia actual en la Universidad Nacional del Altiplano, notamos que luego de un año de haber alcanzado el 41% tiende a bajar, mientras que se observa que, si trabajamos en cambiar los modelos mentales en el modelo de simulación, la eficiencia simulada en el mismo tiempo tiene una tendencia de subida llegando a un 64% en el mes 34 aproximadamente, incrementando notoriamente la eficiencia organizacional, en 23%.

4. Discusión

Siendo la dinámica de sistemas la herramienta tecnológica del pensamiento de sistemas, el cual tiene como base el pensamiento holístico y el pensamiento holístico es la base filosófica de la Ingeniería de Sistemas, consideramos se han abordado todos los aspectos necesarios a tener en cuenta en una investigación y combinada con un enfoque también sistémico que son las organizaciones inteligentes, se ha logrado hacer sinergia para optimizar un aspecto buscado por toda institución el cual es, la eficiencia organizacional.

A diferencia de la mayoría de modelos de dinámica de sistemas como por ejemplo el modelo propuesto por Osorio De la Ossa (2009) que forma parte de los antecedentes de esta investigación, desarrollan solamente la simulación de procesos en una empresa, en la presente investigación se logró el desafío de construir un modelo que permite modelar y simular el comportamiento de los miembros de una organización desde una perspectiva de organización

inteligente, logrando validar el mismo y estableciendo una correlación directa y significativa con la eficiencia organizacional.

Pomajambo Zambrano (2013) y otros autores que se han tomado como referencias Mendoza Pumalloclla (2017), Piaggio Canivillo (2017), Morales (2018); desarrollaron en sus investigaciones más un nivel descriptivo de las percepciones de las personas sobre la organización inteligente, más, en nuestra investigación se ha logrado ir más allá de ello, siendo una primera etapa el análisis de estas percepciones y luego se ha logrado alimentar el modelo con las mismas, simulando en el tiempo su comportamiento en conjunto y más aún se proponen escenarios donde este comportamiento es el más óptimo.

De los resultados obtenidos en cuanto al modelo y las disciplinas individuales, es importante trabajar en el desarrollo de las mismas pues se refleja un dominio personal relativamente bajo en los servidores administrativos de la universidad Nacional del Altiplano, que actualmente llegaría al 39% y en un mejor escenario simulado no supera el 54%.

5. Conclusión

Se ha determinado que el modelo de simulación dinámica de sistemas sobre el enfoque de las organizaciones inteligentes, tiene una relación directa y significativa, en la eficiencia organizacional en las universidades públicas de Puno, en este caso en la Universidad Nacional del Altiplano, denotando una influencia positiva, proyectada a través de la simulación de 28% que es la eficiencia actual percibida a un 59% en una eficiencia simulada, es decir la eficiencia se incrementaría en 31% la cual se lograría en 36 meses.

En cuanto a las disciplinas individuales de las organizaciones inteligentes, cuyos principales indicadores fueron plasmados en el modelo de simulación, se ha logrado determinar que en promedio denotan una influencia en la eficiencia organizacional en la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, de 19%, notándose además que actualmente se refleja en los servidores administrativos de nuestra muestra un mejor desarrollo que el de las disciplinas grupales.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional del Altiplano, en especial a los servidores administrativos que gentilmente colaboraron para la ejecución de la presente investigación.

Referencias bibliográficas

- Ahumada Tello, E., & Perusquia Velasco, J. M. A. (2016). Inteligencia de negocios: estrategia para el desarrollo de competitividad en empresas de base tecnológica. *Contaduría y Administración*, 61(1), 127–158. <https://doi.org/10.1016/j.cya.2015.09.006>
- Aracil, J., & Gordillo, F. (1998). *Dinámica de sistemas*. Alianza Universidad Textos. <https://www.alianzaeditorial.es/libro/alianza-universidad-textos-aut/dinamica-de-sistemas-javier-aracil-9788420681689/>
- Bala, B. K., Arshad, F. M., & Noh, K. M. (2017a). *Causal Loop Diagrams*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2045-2_3

- Bala, B. K., Arshad, F. M., & Noh, K. M. (2017b). *Modelling of Supply Chain of Rice Milling Systems in Bangladesh*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2045-2_11
- Bala, B. K., Arshad, F. M., & Noh, K. M. (2017c). *Systems Thinking: System Dynamics*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2045-2_2
- Cerquera Cruz, M. E. (2017). *Modelo de dinámica de sistemas de la producción y comercialización de arroz en el distrito de La Unión* [Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1019>
- Espinosa Vizcaíno, F. (2011). *Diseño y construcción de “Organizaciones Inteligentes.”* [http://www.otr.com.mx/compartidos/Org Int.pdf](http://www.otr.com.mx/compartidos/Org%20Int.pdf)
- Forrester, J. W. (1968). Industrial Dynamics—After the First Decade. *Management Science*, 14(7), 398–415. <https://doi.org/10.1287/mnsc.14.7.398>
- Fullana Belda, C., & Urquía Grande, E. (2009). Los modelos de simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación. *Encuentros Multidisciplinares*, 11, 1–11. <http://hdl.handle.net/10486/679256>
- Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, Carlos Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). MacGraw-Hill.
- Lozano Oviedo, J., & Gonzalez-Campo, C. H. (2015). Un análisis del estado del arte de la inteligencia organizacional (IO), con sus modelos y herramientas de diagnóstico. *Revista Ciencias Estratégicas*, 23(33). <https://ssrn.com/abstract=3366623>
- Marsick, V. J., & Watkins, K. E. (2003). Demonstrating the Value of an Organization’s Learning Culture: The Dimensions of the Learning Organization Questionnaire. *Advances in Developing Human Resources*, 5(2), 132–151. <https://doi.org/10.1177/1523422303005002002>
- Mendoza Pumallocla, S. (2017). *Disciplinas de la organización inteligente y toma de decisiones gerenciales en licenciados de enfermería del Hospital Nacional Arzobispo Loayza, 2016* [Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/8678>
- Morales, J. R. (2018). *El intercambio de conocimientos como variable mediadora en la mejora de procesos* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/11646>
- Morlán Santa Catalina, I. (2010). *Modelo de dinámica de sistemas para la implantación de tecnologías de la información en la gestión estratégica universitaria* [Universidad del País Vasco]. <http://hdl.handle.net/10810/12277>
- Osorio De la Ossa, H. (2009). *Modelo prospectivo de integración organizacional por procesos basado en dinámica de sistemas: caso empresas sector eléctrico* [Universidad del Norte]. <http://hdl.handle.net/10584/134>
- Pessôa, M., & Spínola, M. (2014). *Introdução à automação: para cursos de engenharia e gestão*. Elsevier. <https://repositorio.usp.br/item/002474015>
- Piaggio Canivillo, M. A. (2017). *La Organización Inteligente y la Satisfacción Laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Comercial de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Privada de Tacna, Período 2016* [Universidad Privada de Tacna].

<http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/389>

Pomajambo Zambrano, M. A. (2013). *Estudio descriptivo de los componentes de la organización inteligente en una institución educativa pública de Villa El Salvador* [Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5016>

Senge, P. M. (1995). *La quinta disciplina en la práctica: cómo construir una organización inteligente* Management. Ediciones Granica S.A.

Senge, P. M. (2012). *La quinta disciplina: Como impulsar el aprendizaje en la organización inteligente*. Ediciones Granica S.A.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Zanabria-Ortega, Milder: Investigadora y redactora del presente artículo.

Artículo original / Original article

Acceso a recursos tecnológicos y rendimiento académico en tiempos de pandemia y aislamiento social obligatorio

Access to technological resources and academic performance in times of pandemic and compulsory social isolation

Casas-Huamanta, Edwin [ID 0000-0003-1728-8488]¹

¹Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, Loreto, Perú

✉ edwinroicasas@gmail.com

Recibido: 20/11/2021;

Aceptado: 23/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: El objetivo fue determinar la relación existente entre el rendimiento académico y el acceso a recursos tecnológicos de los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas en tiempos de pandemia causada por la COVID 19. Tuvimos una muestra de 434 alumnos que estudiaron en el semestre 2020-II y que se matricularon en el semestre 2021-I. Aplicamos un cuestionario para conocer el acceso a los recursos tecnológicos y obtuvimos el promedio ponderado de los reportes del sistema de gestión académica. Desarrollamos una investigación de tipo básica, correlacional y no experimental. El resultado es que no existe relación entre el promedio ponderado de los estudiantes con el acceso a recursos tecnológicos propios. Concluimos que contar con equipos, acceso a conectividad y buena calidad de conectividad no garantiza que el promedio del estudiante mejore o disminuya.

Palabras clave: aprendizaje; COVID; enseñanza; tecnología; universitarios

Abstract: The objective was to determine the relationship between academic performance and access to technological resources of students of the National Autonomous University of Alto Amazonas in times of pandemic caused by COVID 19. We had a sample of 434 students who studied in the 2020 semester - II and who enrolled in the 2021-I semester. We applied a questionnaire to know the access to technological resources and we obtained the weighted average of the reports from the academic management system. We carry out basic, correlational and non-experimental research. The result is that there is no a relationship between the weighted averages of students with access to their own technological resources. We conclude that having equipment, access to connectivity and good quality of connectivity does not guarantee that the student's average improves or decreases.

Keywords: COVID; learning; teaching; technology; university

Cómo citar / Citation: Casas-Huamanta, E.R. (2022). Acceso a recursos tecnológicos y rendimiento académico en tiempos de pandemia y aislamiento social obligatorio. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e296. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.296>

I. Introducción

La pandemia producida por la propagación de la SARS-COV2, más conocida como Covid-19, ha generado una serie de cambios en casi todos los aspectos de la vida del ser humano, tanto en la forma como se desarrollaba el trabajo, las limitaciones para las reuniones familiares y la forma en cómo se desarrolla las actividades académicas en las diferentes instituciones de todo el mundo. En el contexto nacional peruano, el presidente de la República declara un estado de emergencia en marzo de 2020, imponiendo una aislación social obligatoria a todos los peruanos durante un período de 15 días calendarios, que más adelante se va prorrogando, para contener la propagación de los casos de COVID-19; desde entonces los derechos constitucionales quedan restringidos para su ejercicio por los ciudadanos del país (Vizcarra Cornejo, 2020).

En consecuencia, de la declaración de estado de emergencia, el Ministerio de Educación del Perú, mediante Resolución Viceministerial, dispone excepcionalmente la suspensión, para instituciones que a la fecha hayan iniciado clase y la reprogramación del inicio del servicio educativo hasta el 3 de mayo del 2020, fecha que en adelante se llegó a ampliar por lo incontrollable que llegó a ser el avance y propagación de casos COVID; debido a esto las universidades públicas y privadas podían implementar la educación no presencial, es decir realizar sus clases de manera virtual síncrona o asíncrona según disposiciones emitidas por el Ministerio de Educación (Andrade, 2020).

En su mayoría, las instituciones que brindan el servicio de educación en los diferentes niveles, como medidas para controlar el covid-19, tomaron decisiones relacionadas a la suspensión de las clases presenciales, viéndose afectados más de 165 millones de estudiantes en 32 países de América Latina y el Caribe hasta agosto del 2020 (Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020). Sin embargo, a medida como se realizaba el desenlace de la crisis sanitaria, causada por la covid-19, los sistemas educativos reaccionaron y plantearon estrategias para el desarrollo de las actividades académicas; como el diseño de programas transmitidas por televisión y la adopción de estrategias por las instituciones de educación superior.

La educación en tiempos de pandemia llegaría a ser parte de un gran cambio, de vivir mucho tiempo compartiendo espacios físicos, viendo como los docentes y alumnos compartían momentos de interacción física y que de un momento a otro pase a compartir ambientes virtuales, ambientes donde cada individuo tiene que comportarse de manera disciplinada para lograr cumplir con lo planificado, es allí donde todos los actores de los sistemas de educación buscan adaptarse a la educación a distancia, en el caso de docentes no solo ocuparse en mejorar sus competencias como docentes, si no, adecuarse a las exigencias de una sociedad que prácticamente encuentra la mayoría de información en la internet (Revelo-Rosero, Vinicio, & Bastidas, 2019).

En el marco de la adopción de la educación virtual, para la mayoría de las estrategias adoptadas por las instituciones de los diferentes niveles de educación, se ha llegado a usar las tecnologías de la información y comunicaciones - TIC, ya que, como menciona Casas, (2021) la tecnología en la actualidad se usa en casi todos los ambitos de la vida del ser humano, en este caso como herramientas para el acercamiento y acceso a la educación, sin embargo, los estudiantes se enfrentarían a otra gran realidad de desigualdad por la falta de equipos, acceso a internet, acceso a señal de televisión y radio, en zonas rurales donde la conectividad es deficiente

y donde se encuentra una gran cantidad de estudiantes (Valerdo-Cedeño et al., 2020), convirtiéndose así la modalidad de la virtualidad con mayor tasa de abandono de estudiantes en comparación de la modalidad presencial tradicional usada hasta antes de la pandemia (Orellana, Segovia, & Rodríguez, 2020).

Revelo-Rosero & Carillo-Puga (2018), mencionan que las tecnologías de información y comunicaciones en cierta manera no dan solución a los problemas presentados en los procesos educativos, pero también se afirma que ha servido como un apoyo para poder llevar educación a los hogares y desarrollar actividades académicas en tiempos de pandemia; tal como lo expresa (Zambrano, 2019) que, las TIC se manifiestan de una manera única porque su estructura se extiende desde la organización de la universidad y los objetivos generales hasta el espacio en el que los profesores y los estudiantes enseñan y aprenden; por otro lado Giraldo, Gómez, & Giraldo (2021) hace referencia que las herramientas tecnológicas han venido cambiando el papel del docente, dejando a un lado el rol de trasmisor de conocimientos y pasando a cumplir la función de facilitador y guiador en la formación de cada estudiante.

Un estudio realizado por Huanca-Arohuanca et al.,(2020), demuestra la realidad vivida en nuestro país con referencia al acceso a internet por estudiantes universitarios para el desarrollo de sus clases virtuales durante la pandemia causada por la COVID-19, en relación a ello muestra, entre otros, datos de universidades públicas que el 32% de estudiantes participantes de su investigación afirman que cuentan con acceso a internet, mientras que, el 68% no cuentan con el acceso a la red de redes; estos datos revelan la gran desigualdad socioacadémica existente en tiempos de pandemia, ya que casi todas las universidades optaron por realizar las clases virtuales, y al no tener acceso a conectividad, los estudiantes se verían afectados en sus estudios.

La Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas es una de las instituciones que optó por hacer uso de las TIC para el desarrollo de sus actividades académicas durante la crisis sanitaria que vivió nuestro país, adoptando la virtualidad en el desarrollo de las clases, haciendo uso de su aula virtual recientemente implementada exclusivamente para la atención de la necesidad de la continuidad de la educación en la provincia de Alto Amazonas (Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, 2020). En el marco de la situación presentada el objetivo de la presente investigación fue describir la relación que existe entre el acceso a equipos informáticos propios y el rendimiento académico de los estudiantes matriculados en el semestre 2020-II y 2021-I.

2. Materiales y métodos

La presente investigación, según su finalidad llega a ser de tipo básica (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014), ya que no se llega a resolver ningún problema, más bien servirá como base para futuras investigaciones; tiene un alcance correlacional (Bernal, 2010), debido a que estudia la relación existente entre el rendimiento académico con el acceso a recursos tecnológicos y de diseño no experimental debido que no se llega a manipular las variables planteadas en la investigación (Arias, 2021).

La población estuvo constituida por 490 estudiantes matriculados en el semestre 2021-I de los cinco programas de estudio de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas, del total de individuos considerados como población; haciendo uso de un muestreo no probabilístico por conveniencia del autor (Otzen & Manterola, 2017), se tomó a 434 estudiantes

que se matricularon en los semestres 2020-II y 2021-I, ya que los calificativos que se hacen uso en el presente estudio son los obtenidos en el semestre 2020-II; se excluyó a 56 estudiantes debido a que se matricularon en el 2021-I pero no estudiaron en el 2020-II. Así mismo, para el recojo de la información, se hizo uso de la técnica de la encuesta, como instrumento, un cuestionario diseñado en Google forms que los estudiantes respondían al momento de ser matriculados y que fue validado por juicio de expertos.

Se ha planteado tres hipótesis para la presente investigación; H1: Existe relación significativa entre el acceso a un equipo informático propio y el rendimiento académico de los estudiantes de Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas en tiempos de pandemia. H2: Existe relación significativa entre el acceso a internet propio y el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas en tiempos de pandemia. H3: Existe relación significativa entre la calidad de la conectividad y el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas en tiempos de pandemia.

Los datos obtenidos mediante el cuestionario fueron procesados con el software estadístico SPSS v25, en primera instancia, para poder determinar la prueba de normalidad de los datos recopilados, se usó la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov ya que la muestra con la cual se trabajó es mayor a 50 individuos, de lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 1. Prueba de normalidad

	Estadístico	gl	Sig.
Promedio ponderado de estudiantes	0.171	434	0.000
Cuenta con algún equipo informático propio para el desarrollo de su clase	0.539	434	0.000
Cuenta con acceso a internet propio	0.437	434	0.000
Calidad de la conectividad	0.234	434	0.000

Podemos observar que el nivel de significancia obtenida en la prueba de normalidad es de 0.000 con un p valor menor a 0.05, lo cual indica que las variables no tienen una distribución normal, esto nos ayuda a poder determinar que para realizar las pruebas de hipótesis respectivas debemos de usar una prueba no paramétrica y considerando que no todas las variables son dicotómicas o politómicas, ya que contamos con una variable cuantitativa, se usó el coeficiente de correlación de Spearman

3. Resultados

Tabla 2. Cantidad de estudiantes según la valoración por promedio obtenido

Valoración	Intervalo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Deficiente	0 - 5	12	2.8 %	2.8
Regular	5,1 - 10,4	29	6.7 %	9.4
Bueno	10,5 - 15	231	53.2 %	62.7
Excelente	15,1 - 20	162	37.3 %	100.0

Sobre el promedio obtenido por los estudiantes en el semestre 2020-II y que se matricularon en el semestre 2021-I, se observa que un 2,8% de estudiantes están con una valoración deficiente, dentro del intervalo de 0 a 5 puntos obtenidos; mientras que el 53.2% de

los estudiantes obtuvieron una valoración de bueno dentro del intervalo de 10,5 puntos a 15 puntos, un 6.7 % dentro de la valoración de regular y un 37.3% obtuvo la valoración de excelente comprendida desde 15,1 a 20 puntos.

Tabla 3. Acceso a algún equipo informático propio

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
SI	406	93,5 %	93,5 %
NO	28	6,5 %	100,0 %

De los 434 estudiantes encuestados afirmaron que el 93.5% tienen acceso a un equipo informático propio, ya sea celular, laptop, Tablet o computadora de escritorio, mientras que el 6.5% respondió que no cuentan con un equipo informático propio con la que puedan acceder a sus clases virtuales.

A la luz de los números se muestra que aproximadamente de cada 10 estudiantes, 2 no cuentan con un equipo informático propio, persistiendo aun la brecha del acceso a las tecnologías de la información y comunicaciones y sabiendo que de ellas dependen el éxito de las clases no presenciales virtuales desarrolladas actualmente, como menciona (Gómez-Arteta & Escobar-Mamani, 2021) durante los años 2017 y 2018 el 92,8 % de las familias peruanas cuentan con al menos un equipo tecnológico en sus hogares, mientras que el 7,2% no tiene acceso a una.

Tabla 4. Acceso a internet propio

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
SI	298	68,7	68,7
NO	136	31,3	100,0

Las respuestas a la interrogante relacionada con el acceso a internet propio son de un 68.7% que afirman tener acceso o contratado un internet propio en sus hogares para poder desarrollar sus actividades académicas, mientras que el 31,3 % afirma no tener servicio de internet en sus hogares, con esto podemos afirmar y comprobar lo que menciona (Mendoza-Zambrano, Tirado-Morueta, & Marin-Gutierrez, 2017) que la brecha de acceso a la conectividad aún es muy amplia lo cual repercute potencialmente a la igualdad de oportunidades, en este caso, en oportunidades educativas de la comunidad estudiantil de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.

Tabla 5. Calidad de la conectividad.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Malo	147	33,9 %	33,9 %
Regular	198	45,6 %	79,5 %
Bueno	89	20,5 %	100,0 %

El 45.6 % afirma que la calidad de la conectividad del servicio ya sea propio o compartido con alguien de sus vecinos o familiares, es regular; el 33.9% afirma que la calidad de la conectividad es mala, mientras que solo el 20.5 % afirma que la calidad de su conectividad es buena.

En tiempos de pandemia en otros países, al notar que era necesario contar con una buena conectividad para que la comunidad educativa logre desarrollar sus actividades de manera ininterrumpida, llegaron hacer convenios con las empresas prestadoras de servicio de telecomunicaciones, una muestra de ello es el gobierno de Argentina mediante su Ministerio de

Educación lograron hacer alianzas con Movistar, Claro y Personal para que por lo menos permitan dar acceso libre y gratuito a plataformas de más de 57 universidad (The Dialogue, 2020).

Pruebas de hipótesis.

Tabla 6. Determinación de correlación para promedio ponderado y equipo informático

		Promedio ponderado de estudiantes	Cuenta con algún equipo informático
Promedio Ponderado de estudiantes	Coeficiente de correlación	1.000	-0.091
	Sig. (bilateral)		0.058
	N	434	434
Cuenta con algún equipo informático	Coeficiente de correlación	-0.091	1.000
	Sig. (bilateral)	0.058	
	N	434	434

Como se observar en la Tabla 6, se presenta la relación entre el promedio ponderado de estudiantes con el acceso a algún equipo informático, donde se obtuvo un p valor de 0.058 ($p < 0.05$) indicando que existe correlación entre el promedio ponderado y el acceso a un equipo informático propio, pero se muestra un coeficiente de correlación de -0.091 lo que significa que existe una relación negativa pero que está muy cercano a una correlación nula.

Tabla 7. Determinación de correlación para promedio ponderado con acceso a internet

		Promedio Ponderado de estudiantes	Cuenta con acceso a internet propio
Promedio Ponderado de estudiantes	Coeficiente de correlación	1.000	-,209**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	434	434
Cuenta con acceso a internet propio	Coeficiente de correlación	-,209**	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	434	434

En la Tabla 7, se presenta los resultados de correlación para promedio ponderado y acceso a internet, obteniendo un p valor de 0.000 ($p < 0.05$) indicando que no existe correlación entre el promedio ponderado obtenido por los estudiantes y el acceso a internet propio para el desarrollo de sus actividades académicas, como también se muestra un coeficiente de correlación de -0.209.

Tabla 8. Determinación de correlación para promedio ponderado con la calidad de conectividad

		Promedio Ponderado de estudiantes	Calidad de la conectividad
Promedio Ponderado de estudiantes	Coeficiente de correlación	1.000	0,170**
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	434	434
Calidad de la conectividad	Coeficiente de correlación	0,170**	1.000
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	434	434

Se presenta en la Tabla 8 los datos obtenidos después de realizar la prueba de hipótesis respectiva, donde se obtuvo un p valor de 0.000 ($p < 0.05$) indicando que no existe correlación entre el promedio ponderado y la calidad de la conectividad para el desarrollo de sus actividades académicas.

4. Conclusión

Aunque el acceso a los recursos tecnológicos se ha convertido en una necesidad y es ahora la herramienta más utilizada por los estudiantes y docentes para transformar sus hogares en un entorno de aprendizaje continuado (Rueda-Gómez, 2020), esta investigación concluye que no existe una relación significativa entre el rendimiento académico y el acceso a los equipos informáticos, el acceso a su propia Internet y la calidad de la conectividad, por lo que se rechaza la hipótesis, demostrando que, independientemente de si un estudiante posee o no un portátil, una tableta, un teléfono móvil o un ordenador, tener acceso a Internet que es de su propiedad y tiene una conectividad adecuada no tiene ningún efecto en su rendimiento académico, porque el estudiante ha buscado una forma (a través de un préstamo o desarrollando trabajos en colaboración con compañeros que tienen un equipo informático) de lograr y satisfacer las exigencias académicas de los profesores de la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas y, por tanto, obtener un buen promedio ponderado.

Agradecimientos

De manera muy especial a la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas por permitirnos trabajar en esta investigación y publicar los resultados obtenidos.

Referencias bibliográficas

- Andrade Pacora, A. P. (31 de Marzo de 2020). Resolución Viceministerial N° 084 - 2020-MINEDU. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/minedu/normas-legales/466131-084-2020-minedu>
- Arias Gonzales, J. L. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (Primera Edición ed.). Arequipa: Enfoques Consulting EIRL.
- Bernal, C. A. (2010). *Metdología de la investigación administrativa, econompia, humanidades y ciencias sociales* (Tercera ed.).
- Casas Huamanta, E. R. (2021). Mejora de procesos de un restaurante mediante la implementación de un sistema de información. *Sathiri*, 16(2), 122-132. <https://doi.org/10.32645/13906925.1077>
- Giraldo Ospina, G. A., Gómez Gómez, M. M., & Giraldo Ospina, C. F. (2021). COVID-19 y uso de redes sociales virtuales en educación médica. *Educación Médica*, 22, 273 -277. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2021.05.007>
- Gómez-Arteta, I., & Escobar-Mamani, F. (2021). Educación virtual en tiempos de pandemia: incremento de la desigualdad social en el Perú. *CHAKIÑAN, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*(15), 152-165. <https://doi.org/10.37135/chk.002.15.10>

- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Huanca-Arohuana, J. W., Supo-Condori, F., Sucari Leon, R., & Supo Quispe, L. A. (2020). El problema social de la educación virtual universitaria en tiempos de pandemia, Perú. *Revista Innovaciones Educativas*, 22, 115-128. <https://doi.org/10.22458/ie.v22iespecial.3218>
- Mendoza-Zambrano, D., Tirado-Morueta, R., & Marin-Gutierrez, I. (2017). *Niveles de acceso a Internet de los estudiantes del bachillerato en Ecuador*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5974546>
- Naciones Unidas - Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*. Santiago: CEPAL.
- Orellana, D., Segovia, N., & Rodríguez, B. (2020). El abandono estudiantil en programas de educación superior virtual: revisión de literatura. *Revista de la Educación Superior*, 49. doi: vol. 49 (2020) 45-62 • <https://doi.org/10.36857/resu.2020.194.1124>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol.*, 35(1), 227-232. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Revelo-Rosero, J. E., Vinicio, E., & Bastidas, P. (2019). La competencia digital docente y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática. *Espirales revista multidisciplinaria de investigación científica*, 3(28), 156-175. <https://doi.org/10.31876/er.v3i28.630>
- Revelo-Rosero, J., & Carillo-Puga, S. (2018). Impact of the use of ICT as tools for learning. *Revista Cátedra*, 67-87. <https://doi.org/10.29166/catedra.v1i1.764>
- Rueda-Gómez, K. L. (2020). Remote educational strategy intimes of pandemic. *Magister revista de la universidad de Oviedo*, 32(1), 93-96. <https://doi.org/10.17811/msg.32.1.2020.93-96>
- The Dialogue. (7 de Julio de 2020). *thedialogue.org*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2021, de <https://www.thedialogue.org/blogs/2020/07/connectivity-challenges/>
- Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas. (2020). Directiva para el inicio de las actividades académicas, con carácter excepcional, en la Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas – UNAAA, como consecuencia de las medidas para prevenir y controlar el covid-19 (semestre académico 2020-I. (1). Yurimaguas, Alto Amazonas.
- Valerdo-Cedeño, N. J., Castillo-Matute, A. L., Rodríguez-Pincay, R., Padilla-Hidalgo, M., & Cabrera-Hernández, M. (2020). Retos de la educación virtual en el proceso enseñanza aprendizaje durante la pandemia de Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 1201 - 1220. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1530>
- Vizcarra Cornejo, M. A. (15 de Marzo de 2020). Decreto Supremo que declara Estado de Emergencia Nacional por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del brote del COVID-19. *DECRETO SUPREMO N° 044-2020-PCM*. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/460472-044-2020-pcm>

Zambrano, D., & Zambrano, M. (2019). Las Tencologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la educación superior: Consideraciones teóricas. *Revista Electrónica Formación y Calidad Educativa*, 213-223

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Casas-Huamanta, Edwin: Investigador y redactor del artículo.

Artículo de revisión / Review article

Computación Tradicional, Quantum y sus futuras aplicaciones

Traditional Computing, Quantum and their future applications

Vargas-Torres-Céliz, Ezequiel [id 0000-0001-6414-7827]¹; Mollinedo-Chávez, Leonor [id 0000-0002-2987-9990]¹; Lara-Baltazar, Grigori [id 0000-0002-5343-9549]¹; Ricaldi-Arauzo, Reymer [id 0000-0001-6780-5573]¹

¹Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

✉ ezequiel.vargastorres@unmsm.edu.pe

Recibido: 23/10/2021;

Aceptado: 28/11/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: El siglo XX fue testigo de todos los avances tecnológicos realizados gracias a la aparición y desarrollo de la computación, desde la primera aparición de la computadora, la tecnología fue creciendo y gracias a la alta gama de innovaciones y creaciones se llegó a elaborar complejos Sistemas de Información y de Investigación; sin embargo, la computación tradicional está cumpliendo su “ciclo largo” de vida, dando paso a otros paradigmas tecnológicos; es allí donde aparece la computación y las nubes cuánticas que facilitarán la resolución de problemas científicos más complejos. En este artículo haremos un repaso cronológico del ciclo largo de la computación tradicional, orígenes de la computación en la nube, y finalmente, el surgimiento de la computación y la nube cuántica. Esta investigación se realizó a través de un diseño interpretativo, de tipo documental, el mismo que determinó el procedimiento de selección, acceso y registro de la muestra documental. Como resultado se muestra la evolución de la computación en nube desde sus inicios en el siglo veinte, los diferentes tipos de servicios IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) y SaaS (Software as a Service) que brindan actualmente, el nacimiento de la computación cuántica, los actuales proveedores y el futuro que nos espera con esta tecnología.

Palabras clave: computación en la nube; computación cuántica; aplicaciones cuánticas

Abstract: The 20th century witnessed all the technological advances made thanks to the appearance and development of computing. Since the first appearance of the computer, technology has grown and thanks to the high range of innovations and creations, complex Information and Research Systems were developed. However, Traditional Computing is fulfilling its "long cycle" of life, giving way to other technological paradigms. It is there where Computation and Quantum Clouds appear that will facilitate the resolution of more complex scientific problems. In this article, we will do a chronological review of the Long Cycle of Traditional Computing, origins of Cloud Computing, and finally, the emergence of Computing and the Quantum Cloud. We carried out research through an interpretative design, of the documentary type, the same that determined the selection, access and registration procedure of the documentary sample. As a result, we shown the evolution of Cloud Computing since its inception in the twentieth century, the different types of IaaS, PaaS and SaaS services that are currently provided, the birth of Quantum Computing, the current providers and the future that awaits us with this technology.

Keywords: cloud computing; quantum computing; quantum applications

Cómo citar / Citation: Vargas-Torres-Céliz, E., Mollinedo-Chávez, L., Lara-Baltazar, G. & Ricaldi-Arauzo, R. (2021). Computación Tradicional, Quantum y sus futuras aplicaciones. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e201. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.201>

1. Introducción

En economía, se define al “ciclo largo” como el tiempo que transcurre desde que una empresa adquiere un recurso dinerario (recurso que se puede convertir en dinero), hasta el momento en que es sustituido por otro, ya sea por la evolución o por la obsolescencia.

En su artículo Harrison (2014) narra que a finales del siglo XX la economía hizo un estudio acerca de la evolución de las tecnologías que surgieron en el mundo, y se estudiaron las principales desde la revolución industrial. Ellos vieron que finalmente dichas tecnologías se comportaban como una curva “S”, donde al principio estaba al alcance de muy pocos, evolucionaba rápidamente hasta saturar el mercado y finalmente, caía ese crecimiento hasta mantenerse en el tiempo. Vieron que la tecnología de información y la computación se comportaban del mismo modo, y auguraron que la computación ya estaba llegando a su techo. A esto le llamaron el “ciclo largo de la computación”. Pero al igual que llega un momento que se satura, por el mismo fenómeno de supervivencia tecnológica y de innovación, surgen otras tecnologías que reemplazan las anteriores.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se realizó a través de un diseño interpretativo, de tipo documental, el mismo que determinó el procedimiento de selección, acceso y registro de la muestra documental.

Se empleó la metodología del estado del arte, el cual es un estudio analítico de toda la investigación documental, basándose en publicaciones de revistas científicas (Molina Montoya, 2005). La metodología tiene como objetivo el hacer un inventario de todo lo referente a la evolución de la computación desde la computación tradicional, pasando por los sistemas en las nubes y terminando en la computación cuántica, la cual está haciéndose muy fuerte en el mundo.

Según Vargas Guillen (1987), la metodología lleva tres pasos fundamentales y son en los que este artículo se ha basado:

Contextualización. En esta primera etapa, se planteó la investigación en estudio, se pusieron los límites, se buscó y finalmente se obtuvo el inventario documental de todo el tema que se quería investigar para obtener el artículo

Clasificación. En esta segunda etapa, se determinaron los parámetros a tener en cuenta para el análisis de la información, el tipo de documentos que se estudiarían, los aspectos de cronología, el objetivo del estudio, las diferentes disciplinas informáticas que enmarcarían el artículo y el nivel de conclusión que se tendría

Categorización interna. Finalmente, se sistematizó la investigación, lo cual permitió hacer las consideraciones necesarias sobre las tendencias y vacíos encontrados durante el análisis. Esto nos permitió determinar e identificar el tipo de contribución sociocultural que nos está ofreciendo la computación en la nube y la computación cuántica.

De esta forma, en este artículo estamos usando la metodología del estado del arte como herramienta para compilar, sistematizar, reconocer e interpretar la realidad.

3. Resultados

3.1. Computación Tradicional y el nacimiento de la Era de la nube

Se habló mucho de computación en la nube, pero no se habló de sus orígenes. En este capítulo vamos a hacer una reseña sobre cuáles fueron las ideas primarias de tener una computación en la nube y su evolución en el mundo de la informática.

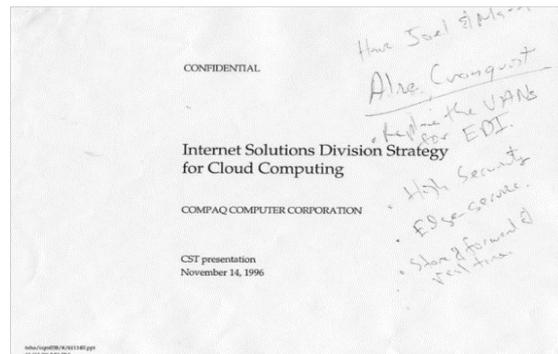
Haciendo un resumen rápido de la historia de la computación, Villalobos Salazar (2015) nos dice en su tesis “Del Mainframe al PC”, que las computadoras Eniac y el Mark II hacen su aparición en el año 1946. Su construcción fue algo revolucionario en su época porque estaban compuestas de tubos de vacío, el cual permitía amplificar señales. Fueron construidas con una arquitectura centralista en donde toda la potencia y facilidades de las entradas de información y su proceso, estaban concentrados en un mismo lugar, por lo cual fue considerado como un “Mainframe” o estructura principal de cómputo.

Revisando la historia de la computación con Garrido López (2008) nos dice que las computadoras de primera generación utilizaron bulbos de vacío para procesar información.

En el año 1950 la UNIVAC, Universal Computer por sus siglas en inglés, fue la primera computadora comercial y usaba 1,000 palabras en su memoria central, y podía leer cintas magnéticas. Con esta computadora se hizo el censo de 1950 en los Estados Unidos y se empleaba tarjetas perforadas.

En la década de 1950, la International Business Machines (IBM) tenía el monopolio de los equipos de procesamiento de datos a base de tarjetas perforadas, y comenzó a construir computadores electrónicos siendo su primer producto el IBM 701 en 1953. Pero no fue sino hasta el modelo IBM 650 en 1954 que logró posesionarse con 1,000 computadores en todo los Estados Unidos entre instituciones privadas y estatales. El éxito de esta computadora fue su esquema de memoria secundaria que estaba basado en un tambor magnético que devino con el tiempo en el disco duro actual.

En 1961, durante un discurso para celebrar los 100 años del Massachusetts Institute Technology (MIT), John McCarthy (figura 1) introdujo el concepto de computación a tiempo compartido, en donde él, preveía que la capacidad y el tiempo de los servicios de los computadores se vendería como un servicio, tal cual se hacía con el agua o con el gas. Cabaca (2018) nos cuenta en su artículo que por esa época existieron algunas empresas como Tymshare National CSS o Dial Data que proporcionaban servicios de computación basados en tiempo compartido. Esto pegó mucho en los científicos y de alguna forma se trató de avanzar al respecto, sin embargo, las limitaciones tecnológicas que se tenía en esa época lo hacían inviable.

Figura 1. John McCarthy**Figura 2.** John McCarthy

Lo que John McCarthy manifestó, solamente fue una idea o la percepción que él tenía sobre la computación, sin embargo, en 1962 Joseph Carlo Robnett Licklider fue el primero que esbozó una arquitectura y manifestó en qué forma podría darse este tipo de servicio. Robnett dijo que se podía interconectar miles de computadoras para acceder a los recursos a datos, desde cualquier parte del mundo: «Consideren un caso en el que diferentes centros de datos están conectados, con su propio lenguaje y su forma de hacer las cosas. ¿No sería deseable, incluso necesario que todos se pongan de acuerdo para usar el mismo lenguaje o, al menos, tener una convención para preguntar en el lenguaje que habla el otro?». Es así como, con esta idea, en abril de 1963, en plena Guerra Fría, esbozó un plan de red de computadoras y lo presentó ante el consejo de ARPA (Agencia de Investigación de Proyectos Avanzados), donde convenció a los presentes de tener una red que sea invulnerable a un ataque soviético, ya que se podían conectar los computadores entre ellas y tener la información compartida. Fue en esos momentos donde nació ARPAnet, el cual fue el precursor de Internet.

Las arquitecturas de las computadoras tradicionales fueron evolucionando del Mainframe, el cual era un computador centralizado, hasta la del cliente-servidor según nos cuenta Oluwatosin (2014). Esta arquitectura es una de las más importantes donde una aplicación se modela como un conjunto de servicios proporcionados por los servidores en línea, y un conjunto de clientes que usan los servicios de dichos servidores. En este tipo de sistema los clientes necesitan conocer qué servidores están disponibles y los servicios que éstos proporcionan, pero normalmente no conocen la existencia de otros clientes. En este modelo arquitectónico clientes y servidores son procesos diferentes.

Según el mismo Cabaca (2018), no fue sino hasta el año de 1996 cuando la empresa COMPAQ presentó un plan de negocio llamado “Cloud Computing”, liderado por George Favaloro y un técnico llamado Sean O’Sullivan. Era la primera vez que se utilizó el término de computación en la nube (Figura 2).

Simultáneamente, y bajo el concepto del “ciclo largo” de la computación clásica, Harrison (2014) nos dice que singularmente se vieron cambios drásticos en muchas empresas tecnológicas e innovadoras del mundo. Pocos notaron cómo empresas como IBM iban vendiendo sus activos. Dichas empresas visionaron que en el futuro las tecnologías que tenían en el momento, no les iba a dar los réditos a los cuales estaban acostumbrados, como por ejemplo el área de impresoras y el de laptops. Visualizaron que la arquitectura cliente/servidor se pondría obsoleta, tercerizaron el soporte y mantenimiento, y de esta forma se dedicaron a la investigación para el futuro y al de encontrar una nueva arquitectura informática. En base a estas innovaciones, surgió

la arquitectura en la nube, basada en una serie de suministros globales habilitadas por internet, el cual conllevó a un cambio filosófico en el pensamiento del cliente y del pensamiento ortodoxo computacional, ya que hacía que el cliente no piense más en abastecerse de tecnología informática, sino más bien de tener un centro de computación en algún lugar que le dieran las mismas facilidades que su centro informático, y en el cual no tuviese costos de mantenimiento, costos de personal técnico y costos de renovación tecnológica. A su vez, esto hizo que los mismos proveedores de la nube puedan proveer módulos pre programados para que el cliente, como si fuera un juego de mecano, pueda ir armando el sistema que necesitase para su empresa. Este empuje de innovación, más la creciente solicitud de los clientes, hizo que en forma colateral surjan empresas que hiciesen desarrollos generales para dichas nubes, lo cual facilitó aún más el ingreso de más clientes.

Sin embargo, hay que decir que la evolución de la computación clásica hacia la nube no hubiese tenido mucho avance si no hubiera ido de la mano con la evolución de las tecnologías de las redes móviles como la 2G, 3G, 4G y 5G, las cuales generaron que el internet y la conexión a la nube fuese mucho mejor. Esta evolución, la podemos ver en el cuadro de la tabla I.

Tabla I. Evolución de las redes de Comunicaciones

Technology Features	1G	2G	3G	4G	5G
Features					
Start/Deployment	1970-1980	1990-2004	2004-2010	Now	Now
Data Bandwidth	2kbps	64kbps	2Mbps	1Gbps	Higher than 1Gbps
Technology	Analog Celular Technology	Digital Celular Technology	CDMA 2000 (1xRTT, EVDO, UMTS, EDGE)	Wi-Max LTE Wi-Fi	WWWWW
Service	Mobile Telephony (voice)	Digital Voice, SMS, Higher capacity packetized data	Integrated high-quality audio, video and data	Dynamic information access, Wearable devices	Dynamic information access, Wearable devices with AI capabilities
Multiplexing	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA	CDMA	CDMA
Switiching	Circuit	Circuit, Packet	Packet	All Packet	All Packet
Core Network	PSTN	PSTN	Packet N/W	Internet	Internet

Fuente: "Of Next Generation Communication Network." - Evolution of Mobile Wireless Communication Networks-1G to 5G (Sharma, 2013).

González et al. (2020) afirma en su tesis que hay una barrera muy grande para que todos los seres humanos tengan internet y son los costos, ya sea por las redes cableadas, las redes móviles o los satélites. El núcleo del internet es la fibra óptica y atraviesan mar y tierra. Las conexiones móviles dependen de las torres de telefonía celular y finalmente el internet satelital, que viene a ser el medio más lento para conectarse en línea, pero que viene a ser la única opción para poblados alejados de la civilización o para embarcaciones en alta mar. La lentitud de la transmisión satelital se explica por la distancia que tienen que recorrer las señales entre los satélites y el usuario.

Desde el 2020 ya se tiene implementada la tecnología 5G y en donde no sólo se ofrece mayor ancho de banda, sino que permitirá el desarrollo de servicios en millones de dispositivos que comparten información. Todos gozarán de una comunicación con conexión plena. Ya no se tendrá el problema de la baja velocidad a medida que aumentaba el número de dispositivos conectados.

Gracias a esta evolución de las redes fue que el concepto de trabajar con un data center remoto se torna muy familiar. Hoy en día es común escuchar hablar de la computación en la nube, y también, el saber que personas privadas y empresas de toda índole, tienen algún tipo de procesamiento basado en la nube y que necesariamente tienen que interactuar con esos proveedores para poder conseguir las facilidades necesarias para lo que quieren emprender.

En su artículo Miner (2020) nos dice, sin embargo, y a pesar de que la nube todavía no llega a ser de uso mayoritario, ya se puede hacer una evaluación de lo que involucra usar los servicios de proveedores de nubes, y podemos decir que las ventajas/desventajas que ofrecen son las siguientes:

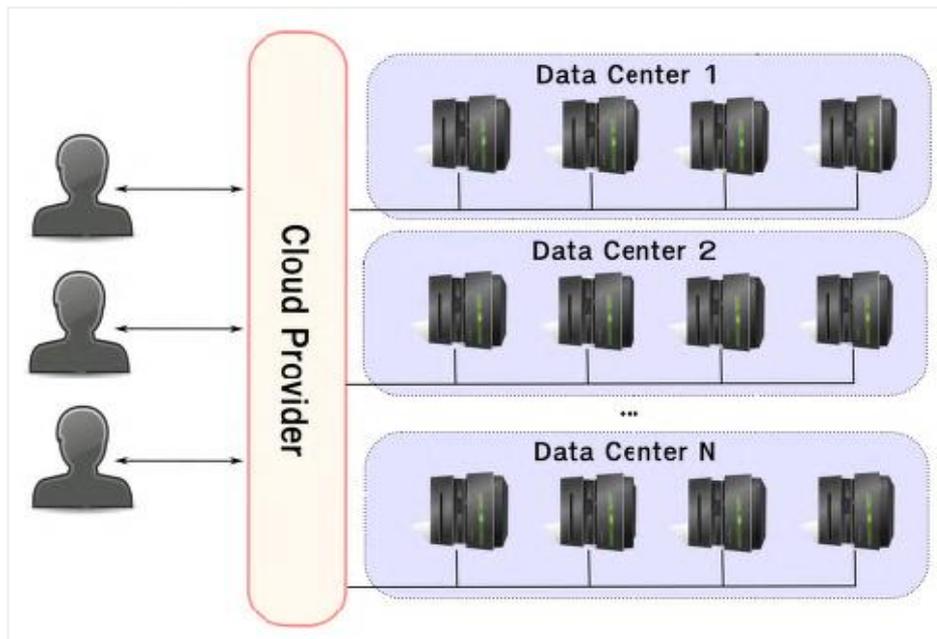
Tabla 2. Ventajas y desventajas de la computación en la nube

Ventajas	Desventajas
Pago por uso	El tener que conectarse a Internet
Los recursos pueden ser escalados de acuerdo con demanda	Las pruebas y las transferencias de datos
Están disponibles modelos previamente probados	Costos potencialmente más altos en comparación con el hardware interno
Algunos proveedores de nube proporcionan interfaces de usuario de alto nivel que no requieren un conocimiento profundo	Pueden tener soporte limitado para diferentes lenguajes y marcos, por ejemplo: Amazon es compatible con TensorFlow y otros marcos de ML; Google Cloud ML es compatible con TensorFlow y scikit-learn; Azure Machine Learning admite marcos de aprendizaje automático basados en Python, como TensorFlow y PyTorch.
Algunos proveedores también ofrecen formación gratuita basada en la red	

Varona (2020) explica en su publicación, que la computación clásica y su computación en la nube, llegaron a su cima y cumplieron su “ciclo largo” cuando el mundo informático se dio cuenta que muchos procesos de investigación y simulaciones informáticas no podían hacerse con la tecnología que se estaba empleando. Por más que los microchips redujeron la velocidad de procesamiento haciéndose más pequeños, tanto que llegaron al tamaño de nanómetros, se estaba llegando a un punto donde no se podía reducir más; porque comenzaba a producirse lo que se llamó el “efecto túnel”, donde los electrones se salen de los canales del circuito por donde deben circular.

3.2. ¿Cómo acceder y trabajar en la nube?

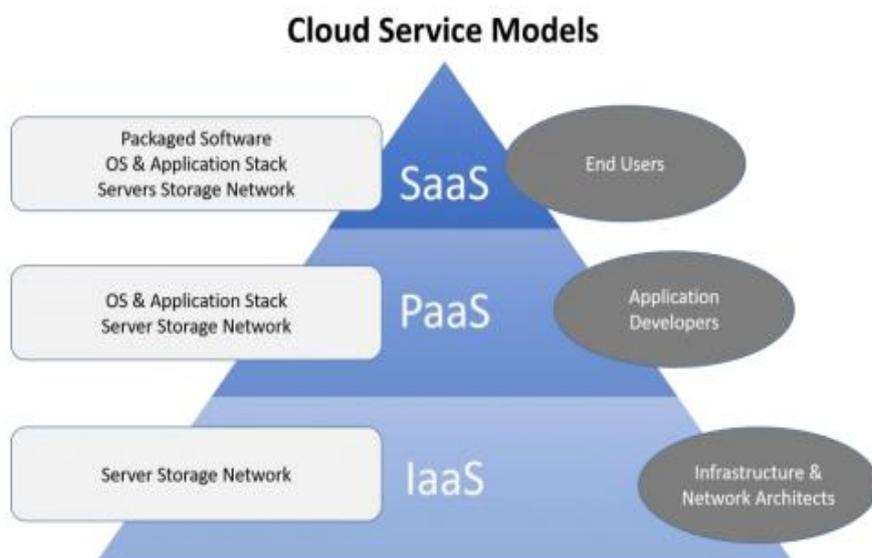
Ante todo, hay que considerar que un sistema en la nube consta de un proveedor de la nube, uno o varios centros de datos y clientes (también llamados usuarios de la nube) que solicitan recursos de la nube (Figura 3).

Figura 3. Vista global de interacción del sistema en la nube

Si uno quiere trabajar con un proveedor de servicio en la nube, accede y crea su usuario. Por lo normal, el proveedor le va a solicitar inscribirse y también registrar una tarjeta de crédito para cualquier requerimiento que haga el usuario.

Dentro de las facilidades que proveen en la nube, nos brindan un catálogo con todo lo necesario que el usuario puede necesitar para el uso del servicio de nube.

Hay tres tipos básicos de modelos de servicios de computación en la nube: Infraestructura como servicio (IaaS), Plataforma como servicio (PaaS) y Software como servicio (SaaS) en la Figura 4 se muestran todos los modelos de servicio (Noor et al., 2018).

Figura 4. Modelos de servicios en la nube (IaaS, PaaS y SaaS)

Fuente: (Noor et al., 2018).

Infraestructura como servicio (IaaS)

La infraestructura como servicio es el modelo que forma la base para el despliegue de la tecnología que se busca en la nube. A través de un proveedor seleccionado, se obtiene acceso bajo demanda a través de la Internet, y la mayoría de servicios primarios de TI, tales como computación, almacenamiento, redes y a través de los cuales un cliente puede instalar y administrar máquinas virtuales, incluidos sistemas operativos y aplicaciones (Rashid, Hussein, et al., 2018)(Rashid, Zebari, et al., 2018)(Subhi et al., 2019). El cliente no maneja la infraestructura de la nube, pero puede tener control sobre los sistemas operativos, el almacenamiento y las aplicaciones, y puede tener poco control sobre los componentes de red seleccionados (por ejemplo, firewalls) (Miyachi, 2018). Ejemplo: Amazon (EC2) ofrece servicios físicos y virtuales a los clientes, incluidas las especificaciones del consumidor, la memoria, el sistema operativo y el almacenamiento (Almubaddel & Elmogy, 2016)(Obaid et al., 2020). Como proveedor de servicios, IaaS proporciona acceso a un flexible recurso de hardware de última generación que puede ser escalado para satisfacer las necesidades de procesamiento y almacenamiento del negocio. Además, provee un paquete centralizado y completamente automatizado, que posee y aloja un proveedor de servicios y brinda a los clientes servicios informáticos acompañados de instalaciones de almacenamiento y redes, previa solicitud (Mohan et al., 2017). Definitivamente, libera a la organización del cliente de toda responsabilidad de administración y mantención.

Las características de la IaaS según Almubaddel & Elmogy (2016) son:

- Los servicios de infraestructura están distribuidos
- La dinámica está permitida
- Tiene un costo variable
- El modelo de precio de la utilidad
- Requiere múltiples usuarios en una herramienta de recursos
- Autoservicio y autoabastecimiento

Plataforma como servicio (PaaS)

La Plataforma como servicio es el modelo de servicio en la nube en el que se accede a múltiples herramientas combinadas de hardware y software a través de proveedores de servicios. Proporciona un marco o medio aceptable para que el desarrollador cree aplicaciones y programas y los distribuya en la red sin tener que instalar o administrar el entorno de producción. Para ejecutar el software disponible o crear y probar el último, PaaS permite a los clientes alquilar servidores definidos por software y recursos adjuntos (Haji et al., 2018)(Osaniye et al., 2019). El cliente no está a cargo del hardware de la nube, como servidores, bases de datos, middleware, redes, almacenamiento y sistema operativo. Sin embargo, el cliente controla las aplicaciones y su configuración (Bokhari et al., 2016). El motor de aplicaciones de Google y Microsoft Azure son los ejemplos más recientes de PaaS. Se centra en la creación y el uso de software en la nube por parte de implementadores y desarrolladores. La arquitectura multicapa es altamente escalable, p. Ej. Salesforces.com y Azure. Este modelo utiliza herramientas y / o bibliotecas que actúan como marco (Hussein & Khalid, 2016). Este servicio hace ahorrar dinero y tiempo al cliente, ya que no le dedica tiempo a la instalación y configuración de la arquitectura, centrándose únicamente en el desarrollo, ejecución y gestión de las aplicaciones.

Las características de PaaS para Almubaddel & Elmogy (2016) son:

- Arquitectura para multi-tenants
- Acceso granular de seguridad / uso compartido (modelo de permisos)
- Flujo de trabajo robusto de motor / capacidad
- Dispositivo integrado escalabilidad
- Incluido equilibrio de carga y conmutación por error
- Interfaz de usuario personalizable / programable, (vii) personalización de base de datos ilimitada
- Plataforma de integración escalable "habilitada para servicios"
- Autoservicio y suministro
- Pila de middleware preconstruida.

Software como servicio (SaaS)

Software como un servicio, es el modelo de servicio en la nube que da la oportunidad de utilizar aplicaciones en forma completa, ejecutarlas y gestionarlas por medio del proveedor de servicios. Se puede acceder a las aplicaciones a través de una interfaz de aplicación web, como un navegador (por ejemplo, un correo electrónico basado en la web) o la interfaz de la aplicación y desde dispositivos de cliente separados (Al-zebari et al., 2019; Jacksi & Zeebaree, 2015; Subhi et al., 2019). Con la posible excepción de una pequeña gama de configuraciones de dispositivos para los consumidores, el cliente no maneja ni monitorea la infraestructura de la nube, incluida la red, los servidores, los sistemas operativos, el almacenamiento o incluso las aplicaciones específicas. SaaS se centra en la interfaz del usuario final, ya que los usuarios finales pueden usar y administrar este software creado en la nube. Ejemplos de SaaS son CRM, aplicaciones de Google, Deskaway y Wipro w-SaaS (Miyachi, 2018). El SaaS hace que el cliente se libere para centrarse únicamente en cómo utilizar mejor ese software.

Un ejemplo común de SaaS es una solución de gestión de las relaciones con los clientes (CRM) basada en la web. Se almacenan y gestionan todos los contactos a través de CRM sin necesidad de actualizar el software a la última versión o de mantener el servidor y el sistema operativo en el que se ejecuta el software.

Las características de SaaS son (Almubaddel & Elmogy, 2016):

- Aplicaciones que están abiertas a los consumidores en cualquier momento
- Los proveedores de SaaS no tienen sus aplicaciones alojadas en las instalaciones del cliente, sino que alojan el software ellos mismos a terceros
- Se puede acceder a los programas mediante una interfaz web, que ofrece la funcionalidad y los datos relacionados desde prácticamente cualquier punto en el que se pueda acceder a una conexión a Internet. Esta disposición también permite que varios usuarios sean flexibles. Todavía deja cierta discreción del cliente en manos del cliente, por ejemplo, puede dividir la aplicación con sus clientes y gastar mucho mejor en ellos, y el modelo SaaS también ayuda a los usuarios a aceptar las actualizaciones y reparaciones de la aplicación de forma simultánea y fácil.

3.3. La mecánica cuántica

La evolución de la tecnología TI va desde la computación clásica, que se inició con los mainframes, siguiendo con la tecnología cliente-servidor y concluyendo con el tema tratado en el párrafo anterior; la computación en la nube. Inclusive, hay tecnologías colaterales que cumplieron su “ciclo largo” como las picadoras de tarjeta, las impresoras de punto, los computadores de escritorio, diskettes y solamente por nombrar algunas de ellas.

Para entender la computación cuántica, es necesario precisar algunos conceptos básicos y revisar su historia y evolución hasta ahora. Primero se realizará un retroceso en el tiempo para ver los orígenes de la ciencia, física o mecánica cuántica.

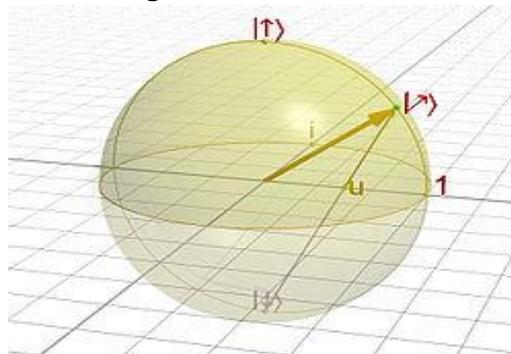
Cuando se habla de la mecánica cuántica, inmediatamente llega a nuestra mente lo aprendido en las clases de física: naturaleza atómica y subatómica, fuerzas electromagnéticas y hasta incluso, la galaxia atómica. Y efectivamente, aquí es donde se explica el comportamiento de la materia y la energía.

El estudio de la mecánica cuántica se remonta a inicios del siglo XX cuando en la física clásica se estudiaba temas de Gravitación Universal y de Teoría electromagnética; con estos temas se comprende lo complejo del tema y se busca una explicación al respecto. La mecánica cuántica confirma que toda materia atómica que está en equilibrio absorbe y emite energía. Posteriormente, Max Planck agregó a esto, que además de que la materia absorbe y emite Energía, lo hace en forma de cuantos de luz o fotones de energía (Figura 5).

Figura 5. Átomo emitiendo y absorbiendo cuantos de luz o fotones de energía



Figura 6. Esfera de Bloch



El describir el resto de las teorías cuánticas, sería más complejo, y en presente trabajo se detallarán únicamente los temas necesarios para una mejor comprensión y entendimiento del funcionamiento de la computación cuántica.

Ahora, para entender del tema es necesario imaginar la forma de poder saber la ubicación exacta de un cuanto de luz (quantum o fotón) en determinado momento del tiempo. Su movimiento es tan rápido que ni con la imaginación alcanza para determinarla o imaginarla. No se puede predecir o confirmar su posición de ninguna manera. Sin embargo; si se puede imaginar la ubicación en donde podría estar y se puede representar vectorialmente dentro de la Esfera de Bloch (Figura 6), esfera figurativa que se hace uso para su entendimiento. En la figura se visualiza que el vector que une el quantum con un punto de la esfera podría tener posiciones infinitas, dependiendo de donde se encuentre el quantum en ese momento. Inclusive, podría

tener posiciones negativas para poder ubicarlo. Y si se utiliza la imaginación se puede profundizar un poco más, incluso se podría confirmar que puede estar en todos los estados al mismo tiempo. En el mundo cuántico una partícula puede poseer dos o más valores de una cantidad observable.

Varona (2020) dice en su trabajo que la primera persona en aplicar principios de la mecánica cuántica a la computación fue Paul Benioff en 1981. Posteriormente, Richard Feynman planteó que las computadoras cuánticas se basasen en las leyes de la mecánica cuántica, con lo cual podría hacerse cálculos muy complejos de forma muy rápida. Es él, quien acuñó el término “computador cuántico”. Para la época, estas ideas fueron muy revolucionarias y tuvieron mucho asidero en la mente, ya que todo era teoría. Con esto se visualizó y confirmó que el comportamiento en los ambientes macroscópicos es muy diferente a los comportamientos en los ambientes cuánticos, es la diferencia entre la física newtoniana y la física cuántica, y es la diferencia entre la computación clásica y la computación cuántica. Mundos diferentes, lógica diferente.

3.4. La computación cuántica

La lógica de la computación cuántica es completamente diferente a la de la computación clásica. En la computación cuántica se introducen las leyes de la mecánica cuántica, mientras que, en la clásica, los bits pueden tomar valores de 0 ó 1; a diferencia de la computación cuántica, los bits cuánticos o qubits pueden tomar ambos valores a la vez, o incluso valores intermedios, tal como lo demuestra la Esfera de Bloch. Los qubits pueden estar en superposiciones cuánticas de 0 y 1, lo mismo que un fotón puede estar en superposiciones de la polarización horizontal y la vertical. Dos bits pueden representar los cuatro estados: 00, 01, 10 y 11, pero solamente pueden tomar uno de los cuatro estados. Un sistema de dos qubits también puede representar los cuatro estados 00, 01, 10 ó 11, pero podría tomar los cuatro estados a la vez. Y como se explicó en el capítulo anterior, esto permite que se puedan realizar varias operaciones a la vez, gracias al comportamiento del mundo cuántico. Si con dos qubits puede presentarse cuatro estados al mismo tiempo, con tres qubits serán 8 posibilidades en forma simultánea, entonces con 1000 qubits las posibilidades exponenciales serían mucho más grandes que las computadoras clásicas (Nuribal, 2020).

Siguiendo con Varona (2020), nos dice que durante los años 90 aparecieron los primeros algoritmos cuánticos y con ellos las primeras aplicaciones y máquinas capaces de realizar cálculos cuánticos. Y es en el año de 1998, que la Universidad de Oxford anunció que procesó información utilizando dos qubits.

Cuando miramos retrospectivamente, se puede asimilar los conocimientos y pensar en un mundo de ciencia ficción, donde las computadoras ya están al alcance de las personas y lo mejor de todo, uno ya puede experimentar con computadoras cuánticas en los cloud cuánticos que están al servicio de todo el mundo, desde empresas que ya tienen su espacio en dichos computadores, como en personas comunes que pueden conectarse para experimentar o aprender.

En estos momentos no se puede comparar la computación clásica con la cuántica. No se puede confirmar si una es mejor que la otra; sin embargo, se puede concluir que la clásica ya está en plena vigencia y con su crecimiento ínfimo, mientras que la computación cuántica está en pleno crecimiento y nos ofrece un futuro que en muchos casos es inimaginable.

Sin embargo, ya se avizora que las computadoras cuánticas superarán a las computadoras clásicas en muchas aplicaciones que las clásicas no las pueden manejar bien. Esto puede traer recuerdos a cuando teníamos una calculadora científica y las computadoras clásicas. Eran dos objetos muy diferentes, y aun así, los expertos confirmaban que las computadoras clásicas podían resolver problemas inimaginables. Ahora, se confirma que, en una analogía, que sucederá lo mismo. Mientras que la computación clásica ya tiene su sitio en los negocios, en la contabilidad, en la educación y en un sinnúmero de servicios, la computación cuántica se abrirá paso aumentando la velocidad en los procesamientos de datos científicos complejos, lo que traerá consigo grandes éxitos que seguirán potenciando la investigación y el desarrollo.

Zeilinger (2000) nos dice que un computador cuántico puede funcionar como una superposición de muchos datos de entrada a la vez. Puede, por ejemplo, ejecutar un algoritmo simultáneamente sobre un millón de datos de entrada utilizando sólo tantos qubits como bits necesitaría un computador ordinario para ejecutar el algoritmo una sola vez sobre un solo dato de entrada. Los algoritmos que se ejecutan con computadores cuánticos pueden resolver ciertos problemas más deprisa (con menos pasos de computación) que cualquier algoritmo conocido ejecutado en un ordenador clásico.

Además, Zeilinger (2000) nos explica en su artículo que la teletransportación ya es un hecho, pero no en los términos de transportar humanos, sino en el de transferir qubits de un lado a otro. Al hacer esta transferencia, solamente se está transmitiendo información, y la velocidad de esta solamente tiene el límite de la velocidad de la luz. Por ahora, la teletransportación humana todavía quedará en la ciencia ficción.

La teletransportación consiste en que se pueda transferir información de A a B, sin que esa información siga un rastro. Lo normal cuando enviamos información de A a B es que haya entre ellas una línea telefónica u ondas de radio y cualquier otro medio de transporte. En la teletransportación cuántica ya no habrá nada de eso (Vodafone, 2016).

Si seguimos pensando en comunicaciones, veremos que el construir satélites cuánticos para transferencia de información y con la teletransportación, los datos se transmitirían a la tierra a la velocidad límite con la que viajan los fotones, el de la luz.

Díaz Domínguez (2010) nos habla en su artículo que los métodos de criptología actual basan su seguridad en la enorme cantidad de cálculos que tendría que realizar una computadora moderna para descifrar claves de seguridad que en promedio tomaría años en lograrlo. Sin embargo, nos dice que, con la computadora cuántica, esos mismos cálculos se realizarían en cuestión de minutos, haciendo vulnerable todos los métodos criptográficos actuales. Esto conlleva que, en la actualidad, se vienen desarrollando nuevos métodos de criptografía que sean intrínsecamente invulnerables aún frente a la computadora cuántica.

Con la computación cuántica todavía se está experimentando, pero se prevé aplicaciones muy revolucionarias como, por ejemplo:

Finanzas: Mejoras en los sistemas de detección de fraude y de simulación. Mayor optimización de las carteras de inversiones

Biomedicina: Nuevas investigaciones del ADN humano, demasiado complejo para los ordenadores convencionales. Personalización genética de tratamientos médicos

Ciberseguridad: La computación cuántica amenaza los sistemas actuales de encriptación, pero también ofrece una nueva técnica para asegurar el envío de comunicaciones sensibles. Con esta técnica, basada en el envío de señales lumínicas, cualquier intromisión del sistema es automáticamente detectada

Movilidad y transporte: Los ordenadores cuánticos son muy útiles para un diseño más eficiente: Airbus cuenta con un ordenador cuántico para optimizar cada centímetro de sus naves analizando todas las variables físicas de la navegación. Además, los qubits darán un enorme salto cualitativo a los sistemas de planificación del tráfico y optimización de rutas

La computación cuántica todavía está en sus inicios; por ello, el construir las computadoras requiere un desafío muy grande en cuanto a tecnología e inversión. Todavía se mantiene en secreto el modo de construirlos y el modo en que se manejan; y para poder crear sus algoritmos requiere pensar de una forma diferente, requiere que el desarrollador pueda cambiar su chip.

La computación cuántica ya está sobre la mesa. Ahora toca ver la infinidad de aplicaciones que se pueden obtener de ella.

3.5. Principales proveedores de computación cuántica en la nube

La computación en la nube se viene expandiendo desde hace muchos años, y por ende los proveedores se van proliferando. Los servicios que se ofrecen en forma comercial computación en la nube están creciendo cada día más, y lo que se ha visto en los últimos 2 años, es una carrera acelerada para ofertar servicios. En este capítulo se hará una breve reseña de los principales proveedores de computación cuántica en la nube que se tiene en el mundo.

Tabla 3. Principales servicios de 4 proveedores de servicios en nube

	IBM	Google	AWS	Azure
Servicios de Computación en nube	Cloud Foundry	Compute Engine	Amazon EC2	Virtual Machines
	IBM Cloud Code Engine	Migrate for Compute Engine	Amazon Elastic Container Service	Container Instances
	IBM Cloud Bare Metal Servers	App Engine	Amazon Lightsail	App Service
Servicios de Redes de nubes	Domain Name Services	Virtual Private Cloud (VPC)	Amazon VPC	Azure Virtual Network
	IBM Cloud Content Delivery Network	Cloud DNS	Amazon Route 53	Azure DNS
	IBM Cloud Direct Link	Cloud CDN	AWS Direct Connect	Azure Content Delivery Network
	IBM Cloud Internet Services	Cloud Load Balancing	Elastic Load Balancing	Azure Load Balancer
Servicios de Transferencia de Datos	IBM Cloud Backup	Cloud Storage	Amazon EBS	Disk Storage
	IBM Cloud Block Storage	Persistent Disk	Amazon EFS	File Storage
	IBM Cloud File Storage	Cloud Filestore	Amazon S3	Blob Storage
	IBM Cloud Mass Data Migration	Data Transfer Services	Data Transfer Services	

	IBM	Google	AWS	Azure
Servicios de Seguridad en la nube	IBM Cloud App ID	Cloud IAM	Amazon Cognito	Azure Active Directory
	IBM Cloud Certificate Manager	Cloud Audit Logs	AWS Shield	Key Vault
	IBM Cloud Data Shield	Cloud Security Commander Center	AWS Security Hub	Azure Security Center
	IBM Cloud Hardware Security Module		AWS Firewall Manager	
Servicios de Análisis de la nube	IBM Analytics Engine	BigQuery	Amazon Athena	Data Lakes Analytics
	IBM Cloud SQL Query	Cloud Dataflow	Amazon EMR	HD Insight
	IBM DB2 Warehouse on Cloud	Google Data Studio	Amazon Redshift	Azure Synapse Analytics
Servicios de BD en la nube	IBM Cloud DB for Elasticsearch	Cloud SQL	Amazon RDS	Azure SQL Database
	IBM Cloud DB for EnterpriseDB	Cloud Bigtable	Amazon DocumentDB	Azure Cosmos DB
	IBM Cloud DB for etdc	Cloud Spanner	Amazon Managed Apache Cassandra Service	Azure Database for MySQL
Servicios de Inteligencia Artificial	IBM Watson Assistant	AI Platform	Amazon Comprehend	Azure Bot Service
	IBM Watson Discovery	Vision AI	Amazon Polly	Bing Custom Search
	IBM Watson Knowledge Studio	Speech-to-Text	Amazon Translate	Machine Learning Studio
Servicios de cadenas de bloques de nubes	IBM Blockchain Platform		Amazon Managed Blockchain	Azure Blockchain Service
			Amazon Quantum Ledger Database	Azure Blockchain Workbench
				Azure Blockchain Tokens
Principales IO disponibles	IBM Edge Application Manager	Cloud IoT Core	AWS IoT Core	Azure IoT Hub
	IBM Watson IoT Platform	Edge TPU	AWS IoT Button	Azure IoT Central
			AWS IoT Analytics	Azure IoT Edge

IBM

Wooton (2017) indica que IBM fue uno de los primeros en lanzar el servicio de Quantum, servicio Quantum (QAAS) en mayo del 2016. En esta primera versión, los usuarios sólo podían usar el GUI y conectarse al HW. Sin embargo, faltaba la interacción de código, y en marzo del

2017 lanzó Qiskit, para que el usuario pueda experimentar con un procesador cuántico y el simulador.

La nube de IBM para la tecnología Quantum incluye, para cualquier usuario común, acceso a tutoriales para el uso del computador, prototipos y a un libro interactivo. A febrero del 2021, existían más de 20 dispositivos en el servicio, seis de los cuales estaban disponibles gratuitamente para el público. Con este servicio gratuito, se podían ejecutar algoritmos, experimentos y tutoriales sobre todo lo que podía ser posible con la computación cuántica.

IBM es una de las empresas tecnológicas que tiene más avanzada su oferta de computación cuántica mediante el cloud computing, gracias a su servicio en la nube IBM Quantum Experience. En estos momentos hay muchos investigadores académicos que han hecho publicaciones de las experiencias que tuvieron con la utilización de esta nube, así como también los profesores académicos hacen que sus alumnos lo utilicen con ejemplos e investigaciones.

Amazon Web Service (AWS)

Amazon nos dice que en el año 2019 se lanzó Amazon Braket. Esta nube permite a sus clientes experimentar con diferentes tipos de hardware cuántico, cada uno con una implementación física diferente. Cuando salió para su uso, AWS explicó que, por primera vez, era posible comparar diferentes tecnologías en paralelo y que se podía trabajar entre ellas cambiando solo una línea de código. Con esto, se dijo que la computación cuántica encajaría en una infraestructura de TI basada en la nube, trabajando junto con otros recursos computacionales, combinando complejos problemas operativos como la usabilidad, la seguridad y la administración de recursos. Amazon también lanzó su kit de desarrollo para la nube llamado AWS CDK (Severini, 2021)(Vass, 2018).

Azure

Lopez Bravo (2021) refiere que Azure Quantum es un servicio de Microsoft Azure que se puede utilizar para ejecutar programas de computación cuántica o resolver problemas de optimización en la nube. Con las herramientas y los SDK de Azure Quantum, se puede crear programas cuánticos y ejecutarlos en diferentes máquinas y simuladores cuánticos.

El servicio Azure Quantum ofrece acceso a proveedores de dispositivos de computación cuántica y le permite ejecutar sus programas cuánticos Q# en hardware real. Q# es un lenguaje de programación de código abierto de Microsoft para desarrollar y ejecutar sus algoritmos cuánticos. Azure Quantum también ofrece la opción de ejecutar algoritmos en computadoras cuánticas simuladas para probar el código creado por el usuario (Lopez Bravo, 2021a).

Google Cloud Platform (GCP)

En su publicación, Varona (2020) nos dice que Google salió a la luz con su computadora Sycamore, una máquina cuántica que en sólo 200 segundos pudo ejecutar una tarea que a la supercomputadora más rápida del mundo le tomaría 10,000 años. Con esto, Google alcanzó de forma oficial la “supremacía cuántica”, es decir, que había logrado construir un dispositivo de computación cuántica que podía dar solución a problemas que la computación clásica no podía. Juntamente con esto, Google lanzó su Google Application Engine SDK para el desarrollo de programas cuánticos.

4. Conclusiones

La evolución de la computación tradicional empezó de manera lenta y metódica, para que, con la llegada de las conexiones de redes, la internet y las velocidades de transmisión y almacenamiento, terminaran en la Computación en la nube. Esta tecnología le ofrece a un individuo o empresa una nueva forma de realizar su trabajo en forma diaria, con lo cual hace que el cliente tenga todo lo necesario sin tener que gastar en mantenimiento de un Centro de Información. Es así que en la Computación en la nube podemos encontrar la mayoría de los servicios que nos ofrece la Informática, como por ejemplo la Infraestructura como Servicio (IaaS por sus siglas en inglés) que nos ofrece computación, almacenamiento, redes físicas y virtuales, sistemas operativos y aplicaciones; la Plataforma como Servicio (PaaS por sus siglas en inglés), por medio del cual un cliente puede acceder a múltiples herramientas de software y hardware para que pueda controlar todos sus aplicaciones y sus configuraciones en el ambiente creado; y finalmente tenemos el Software como Servicio (SaaS por sus siglas en inglés) en el cual una empresa en la nube nos ofrece aplicaciones completas que se ejecutan y gestionan por medio del proveedor de la nube.

Sin embargo, también la computación tradicional está llegando al final de su “Ciclo Largo”. Cada día es más difícil superar la velocidad de transmisión de datos en los microchips, haciendo que llegemos a un límite o al final del Ciclo. Es allí donde grandes empresas de computación iniciaron sus investigaciones de una nueva tecnología llamada Computación Cuántica, logrando que en este último quinquenio se lograra tener Clouds Cuánticos en forma comercial.

La tecnología cuántica todavía se encuentra en sus inicios. Con el correr de los años se irán descubriendo muchas más cosas en la cual será útil, como también, se irán inventando más tecnología para su mejor uso. Esto es como estar en los años 50 de la computación clásica. Según Mark Zuckerberg, la computación cuántica estará madura para el 2030 y nos traerá cosas sorprendentes.

Los físicos aseguran que la comunicación cuántica revolucionará la informática. Ellos manifiestan que esta tecnología enviará y recibirá datos sin rastro, sin cables y sin ondas, y por medio de satélites. Garantizar la seguridad y evitar el cibercrimen serán sus principales aplicaciones.

Como derivado de la comunicación cuántica, se prevé llegar a la criptografía cuántica, que será un método seguro de enviar información de un emisor a un receptor. Los especialistas dicen que será tan seguro, que será imposible descifrar el código.

Así mismo, y derivado también de la comunicación, se tendrá como objetivo utilizar la teletransportación para conectar los ordenadores cuánticos. Al final, la idea es tener criptografía cuántica en todo el mundo y teletransportación cuántica desde el satélite a la tierra, y de la tierra al satélite para conectar entre ellos varios ordenadores cuánticos en distintas ubicaciones. El futuro deparará el que se tenga una red de satélites cuánticos, lo que actualmente está muy inmaduro.

Por último, es muy importante subrayar que toda tecnología descubierta siempre tuvo una transición, y que, en muchos casos, no se supo de sus aplicaciones sino mucho después, cuando se juntaron el tiempo, la tecnología y la oportunidad.

Agradecimiento

Agradecimiento especial a la Mg. Norma León Lescano, quién con mucha paciencia y esmero nos supo guiar para terminar este artículo.

Referencias bibliográficas

- Al-zebari, A. A., Jacksi, K., Selamat, A., & Zeebaree, R. M. (2019). ELMS–DPU Ontology Visualization with Protégé VOWL and Web VOWL. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(1), 478–485. <https://www.jardcs.org/abstract.php?id=97#>
- Almubaddel, M., & Elmogy, A. M. (2016). Cloud Computing Antecedents, Challenges, and Directions. *Proceedings of the International Conference on Internet of Things and Cloud Computing*, 1–5. <https://doi.org/10.1145/2896387.2896401>
- Bokhari, M. U., Shallal, Q. M., & Tamandani, Y. K. (2016). Cloud computing service models: A comparative study. *3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, 890–895. <https://ieeexplore.ieee.org/document/7724392>
- Cabaca, T. (2018). *¿Quién inventó el Cloud Computing? MCPRO*. <https://www.muycomputerpro.com/2018/07/03/historia-cloud-computing>
- Díaz Domínguez, C. M. (2010). *Introducción a la criptografía cuántica experimental: Distribución de una clave cuántica por aire libre* [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/1804>
- Garrido López, C. A. (2008). *Historia de la computación* [Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/07/07_2010.pdf
- González, J., Juan, & Núñez, A. (2020). *Internet interestelar* [Universidad Internacional de Ciencia y Tecnología]. <http://www.idi-unicyt.org/wp-content/uploads/2020/07/INFORME-Jose-Juan-y-Aaron-verfión-final-16072020-.pdf>
- Haji, L. M., Zeebaree, S. R. M., Jacksi, K., & Zeebaree, D. Q. (2018). A State of Art Survey for OS Performance Improvement. *Science Journal of University of Zakho*, 6(3), 118–123. <https://doi.org/10.25271/sjuoz.2018.6.3.516>
- Harrison, C. (2014). Roads to Smarter Cities. In *Concept-Oriented Research and Development in Information Technology* (pp. 55–69). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118753972.ch4>
- Hussein, N. H., & Khalid, A. (2016). A Survey of Cloud Computing Security Challenges and Solutions. *International Journal of Computer Science and Information Security*, 14(1), 52–56. https://e-tarjome.com/storage/btn_uploaded/2019-02-27/1551264298_9355e-tarjome-English.pdf
- Jacksi, K., & Zeebaree, R. M. (2015). Effects of Processes Forcing on CPU and Total Execution-Time Using Multiprocessor Shared Memory System. *International Journal of Computer Engineering in Research Trends*, 2(4), 275–279. https://www.ijcert.org/issue_des.php?id=312

- Lopez Bravo, S. (2021a). *Understanding quantum computing*. Microsoft.
<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/quantum/overview-understanding-quantum-computing>
- Lopez Bravo, S. (2021b). *What is Azure Quantum?* Microsoft. <https://docs.microsoft.com/en-us/azure/quantum/overview-azure-quantum>
- Miner, R. (2020). Developing an AI project. *Journal of Medical Imaging and Radiation Sciences*, 51(4), 550–559. <https://doi.org/10.1016/j.jmir.2020.06.010>
- Miyachi, C. (2018). What is “Cloud”? It is time to update the NIST definition? *IEEE Cloud Computing*, 5(3), 6–11. <https://doi.org/10.1109/MCC.2018.032591611>
- Mohan, L., Pandey, R., Bisht, S., & Pant, J. (2017). A Comparative Study on SaaS, PaaS and IaaS Cloud Delivery Models in Cloud Computing. *International Journal on Emerging Technologies*, 8(1), 158–160. <https://www.researchtrend.net/ijet/pdf/41-S-834.pdf>
- Molina Montoya, N. P. (2005). ¿Qué es el estado del arte? *Ciencia & Tecnología Para La Salud Visual y Ocular*, 5, 73. <https://doi.org/10.19052/sv.1666>
- Noor, T. H., Zeadally, S., Alfazi, A., & Sheng, Q. Z. (2018). Mobile cloud computing: Challenges and future research directions. *Journal of Network and Computer Applications*, 115, 70–85. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2018.04.018>
- Nuribal. (2020). *Computación Clásica vs Computación Cuántica*. Nuribal.
<https://nubiral.com/computacion-clasica-vs-computacion-cuantica/>
- Obaid, K. B., Zeebaree, S., & Ahmed, O. M. (2020). Deep Learning Models Based on Image Classification: A Review. *International Journal of Science and Business*, 4(11), 75–81. <https://ijsab.com/wp-content/uploads/612.pdf>
- Oluwatosin, H. S. (2014). Client-Server Model. *IOSR Journal of Computer Engineering*, 16(1), 57–71. <https://doi.org/10.9790/0661-16195771>
- Osanaiye, B., Ahmad, A., Mostafa, S., Mohammed, M., Mahdin, H., Zeebaree, S., Ibrahim, D., & Obaid, I. (2019). Network Data Analyser and Support Vector Machine for Network Intrusion Detection of Attack Type. *Revista AUS*, 91–104.
- Rashid, Z. N., Hussein, S. K., & Mohammed Zebar Sulaimani, S. R. (2018). Client/Servers Clustering Effects on CPU Execution-Time, CPU Usage and CPU Idle Depending on Activities of Parallel-Processing Technique Operations. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 7(8), 106–111.
- Rashid, Z. N., Zebari, S. R. M., Sharif, K. H., & Jacksi, K. (2018). Distributed Cloud Computing and Distributed Parallel Computing: A Review. *2018 International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)*, 167–172. <https://doi.org/10.1109/ICOASE.2018.8548937>
- Severini, S. (2021). *Hello World*. Amazon Web Services.
<https://aws.amazon.com/es/blogs/quantum-computing/hello-quantum-world/>
- Sharma, P. (2013). Evolution of Mobile Wireless Communication Networks- 1G to 5G as well as Future Prospective of Next Generation Communication Network. *International Journal*

- of Computer Science and Mobile Computing*, 2(8), 47–53.
<https://www.ijcsmc.com/docs/papers/August2013/V218201317.pdf>
- Subhi, Z., Rizgar, Z., Karwan, J., & Dathar, A. (2019). Security Approaches For Integrated Enterprise Systems Performance: A Review. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 8(12), 2485–2489. <https://www.ijstr.org/final-print/dec2019/Security-Approaches-For-Integrated-Enterprise-Systems-Performance-A-Review.pdf>
- Vargas Guillen, G. (1987). Seis modelos alternativos de investigación documental para el desarrollo de la práctica universitaria en educación : el caso del Proyecto de Extensión REDUC. *Educación Superior y Desarrollo*, 5(3), 7–37. <http://catalogo.pedagogica.edu.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=167739#>
- Varona, B. (2020). *Introducción a la computación cuántica - Parte I*. Techedge. <https://www.techedgegroup.com/es/blog/introduccion-computacion-cuantica-i>
- Vass, B. (2018). *National Quantum Initiative Act: An Important Step for American Leadership*. Amazon Web Services. <https://aws.amazon.com/es/blogs/publicsector/national-quantum-initiative-act-an-important-step-for-american-leadership/>
- Villalobos Salazar, H. (2015). *Del Mainframe al PC, una aproximación a la historia de la informática en la Universidad del Valle (1985-1990)* [Universidad del Valle]. <http://hdl.handle.net/10893/15323>
- Vodafone. (2016). *El teletransporte de información, clave para las comunicaciones del futuro*. El Futuro Es Apasionante de Vodafone. https://www.youtube.com/watch?v=D50hOASNX_w
- Wooton, J. (2017). *Quantum Battleships: The first multiplayer game for a quantum computer*. Medium. <https://decodoku.medium.com/quantum-battleships-the-first-multiplayer-game-for-a-quantum-computer-e4d600ccb3f3>
- Zeilinger, A. (2000). Teletransporte cuántico. *Investigación y Ciencia*, 46–54. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/investigacion-y-ciencia/computacin-y-transporte-cunticos-317/teletransporte-cuntico-3320>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Vargas-Torres-Céliz, Ezequiel; Mollinedo-Chávez, Leonor; Lara-Baltazar, Grigori y Ricaldi-Arauzo, Reymer cumplieron el rol de Investigador y redactor del artículo.

Artículo de revisión / Review article

Repercusión e importancia de la automatización del trámite documentario en las instituciones públicas

Impact and importance of the automation of the documentary process in public institutions

Salas-Tanchiva, Camilo  0000-0001-9311-1153

¹Universidad Peruana Unión, Perú.

✉ camilosalas@upeu.edu.pe

Recibido: 11/11/2021;

Aceptado: 10/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: El valor que las instituciones públicas dan al trámite documentario ha aumentado, especialmente como resultado de la pandemia del Covid-19, por lo que es necesario implementar técnicas de automatización basadas en sistemas digitales, que buscan mejorar la eficiencia en el desarrollo de sus procesos, ahorrando tiempo y recursos económicos. El objetivo de la revisión ha sido ilustrar la importancia de la automatización de procesos, mediante el empleo de tecnología en el trámite documentario y su repercusión en instituciones públicas. La obtención de la información se ha basado en la técnica de revisión integradora, empleando el motor de búsqueda Google Académico, asegurando que los artículos revisados hayan sido publicados en revistas indexadas entre los años 2015 al 2020. La revisión ha permitido determinar que la automatización y la tecnología juegan un papel importante en la administración pública y en los trámites documentarios efectuados en esta. Se concluye que, el trámite documentario es un proceso operativo fundamental que al ser automatizado genera grandes beneficios para las instituciones, como la reducción del tiempo y ahorro en los recursos económicos, pues permite el claro establecimiento del ciclo de vida de los trámites, desde el momento en que se crean o se reciben hasta que se derivan y entregan al ciudadano.

Palabras clave: digitalización; entornos virtuales; gobierno tecnológico; procesos; tecnificación

Abstract: The value that public institutions give to the documentary process has increased, especially as a result of the Covid-19 pandemic, so it is necessary to implement automation techniques based on digital systems, which seek to improve efficiency in the development of their processes, saving time and financial resources. The objective of the review has been to illustrate the importance of process automation, using technology in the documentation process and its impact on public institutions. To obtain the information we based on the integrative review technique, using the Google Scholar search engine, selecting articles published only in indexed journals between 2015 and 2020. The review has allowed determining that the Automation and technology play an important role in public administration and in the documentary, procedures carried out in it. We concluded that the documentary procedure is a fundamental operational process that generates great benefits for the institutions, such as the reduction of time and savings in economic resources, since it allows the clear establishment of the life cycle of the procedures, from the moment they are created or received until they got by the citizen.

Keywords: digitization; processes; technification; technological governance; virtual environments

Cómo citar / Citation: Salas-Tanchiva, C. (2022). Repercusión e importancia de la automatización del trámite documentario en las instituciones públicas. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e266. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.266>

I. Introducción

La crisis ocasionada por la pandemia del covid-19, ha tomado por sorpresa al mundo, y los gobiernos han ejecutado medidas de protección como el distanciamiento social, generando un impacto considerable en las instituciones públicas; que han visto afectados el desarrollo de sus procesos, forzándolas a plantear nuevos métodos o formas de trabajo (Ledo et al., 2019).

De estos procesos, el trámite documentario ha requerido de una pronta atención, ya que juega un papel fundamental en el inicio de los procesos internos de las instituciones (Dejtjar, 2020). Se conoce también, que para la atención y el servicio al ciudadano, es necesario la intervención de personas, exponiendo así al personal de trabajo a ser contagiado por el virus, siendo que el trámite documentario es un proceso muy importante, este no puede parar, tiene que seguir ejecutándose, pero debido a que las instituciones no han estado preparadas para esta situación, las acciones tomadas para continuar con la ejecución de los procesos han sido ineficientes, ya que no contemplaron la automatización de los mismos (Gutiérrez Campos, 2019).

Por lo tanto, es necesario trabajar en la automatización utilizando tecnología digital en el proceso del trámite documentario, pues es el primer contacto que va a tener el usuario con la administración también es la encargada de conducir todas las entradas y salidas de los documentos, es importante tener claro que para el trámite documentario como un proceso operativo, su objetivo principal es dar buen servicio al ciudadano y acabar con la concepción de estar todo un día para generar el trámite y poder lograr esto en menos tiempo (Llanes Font et al., 2019).

En la actualidad, uno de los asuntos de relevancia para el sector público, tiene que ver con la exigencia de modernizar la gestión, el desarrollo de la función pública y la prestación de los servicios y todo ello relacionado con la calidad y el grado de preparación, formación y profesionalismo, de quienes laboran en las diversas entidades del sector público (Jaramillo, 2019).

En instituciones públicas de América Latina, el concepto de automatización ha venido cobrando fuerza, con el fin de mejorar la atención al ciudadano y optimizar los procesos de administración pública (Andrade Vera, 2019). Precisamente, en el Perú producto del crecimiento en la automatización, el nivel de adopción digital va por buen camino, pero aún por debajo de los niveles promedios de los países emergentes, lo cual ha resaltado la necesidad de indagar y especializarse respecto a las nuevas tecnologías, pensando en la interacción de los procesos con herramientas automatizadas (M. Rodríguez, 2019).

Esto ha permitido que Perú subiera 16 posiciones en el indicador de servicios públicos digitales en el Ranking Mundial de Innovación y 46 en la posición del indicador de participación ciudadana digital de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), dando relevancia al Decreto Legislativo N° 1497 que establece, la obligación para las entidades públicas de transformar sus procedimientos administrativos que incluyen todos los trámites de las entidades a plataformas o servicios digitales, para un mejor servicio a la ciudadanía (Madakam et al., 2019).

Por un lado, siempre ha existido incertidumbre sobre la automatización del proceso de trámite documentario por parte de los trabajadores, especialmente se ha visto reflejado en ambientes laborales tradicionales como el de las instituciones públicas; sin embargo, los profesionales especializados en la gestión de procesos están logrando que la tecnología

potencialice al equipo humano y no tenerlo como sinónimo de mayor gasto, sino de ahorro, otorgando así mejor atención y participación del ciudadano (Minian & Monroy, 2018).

La presente revisión tiene como objetivo ilustrar la importancia que tiene la automatización de procesos, mediante el empleo de tecnología en el trámite documentario y su repercusión en instituciones públicas.

2. Materiales y métodos

La exploración literaria fue realizada con el fin de establecer la comprensión del trabajo de revisión, teniendo como objetivo identificar y ordenar los temas que se han abordado. En la actualidad existen diversos tipos de clasificación y el que se aplicó a este trabajo es la revisión integradora. De acuerdo con Snyder (2019), esta propuesta consiste en identificar, seleccionar, analizar, y sistematizar las publicaciones para su revisión, de tal manera que se puedan estructurar los conceptos centrales comunes.

Desde ese punto de vista se realizó tres pasos:

Identificar. Esto fue realizado buscando los reportes de investigaciones en las bases de datos en línea, como Scielo, DOAJ, MIAR, Web of Science Group y Redalyc, teniendo como preferencia los indexados en Scopus. Estos sitios cubren un amplio rango de revistas científicas, libros y conferencias relacionadas con el tema, también se ha realizado búsquedas bibliográficas en internet mediante Google Académico, para criterios de búsqueda se han combinado diferentes palabras claves: procesos, digitalización, entornos virtuales, informatizar, gobierno tecnológico. Esta búsqueda ha estado comprendida entre los años 2015 al 2020.

Seleccionar. Fue evaluado la pertinencia y calidad de cada trabajo seleccionado, de esa manera se ha asegurado que se explique o discute el concepto automatización del trámite documentario.

Analizar y sistematizar. Fue realizado analizando y sintetizando de forma breve las ideas fundamentales de los artículos, de esta forma se ha presentado temas y conceptos desde una visión general del estado actual del trabajo de revisión.

3. Resultados

3.1. Automatización

La noción que se ha tenido de automatización, corresponde a la obligación de minimizar la labor humana en los procesos de gobierno directo en la producción, en otras palabras, el ahorro del esfuerzo laboral (Miranda Cairo et al., 2016). Los recientes avances en la automatización, han creado fuertes convicciones para que las instituciones presten atención a sus procesos y ver la necesidad de potencializarlos, llegando de esa manera a ser eficientes en la prestación de servicios, otorgando valor al cliente y facilitando los objetivos de la institución (Cerrillo Martinez, 2018).

Según el McKinsey Global Institute, la automatización es un punto de partida para el desarrollo que va centrado en mejorar el rendimiento de las instituciones, reducir la tasa de error y contribuir en la calidad y agilidad de los procesos (Moreno-Serrano et al., 2019). También

ha dado a conocer que, en las instituciones de Estados Unidos, solo cuatro de cada diez procesos están automatizados y nueve de cada diez empleados que se encuentran calificados pasan demasiado tiempo haciendo tareas manuales, al igual que sus jefes atraviesan similar situación por lo menos 16 horas a la semana.

En un informe que fue realizado por la Organización Internacional del Trabajo sobre el futuro de la automatización del trámite documentario en las instituciones, ha dado a conocer que, la digitalización del proceso representa un importante avance tecnológico, pues entre un 25% y un 35% de las entidades públicas han automatizado este proceso en Europa y en Estados Unidos, va de un 20% y 30%. De ellos, un 15% va en aumento ya que han utilizado plataformas digitales en algún proceso (E. Rodríguez, 2019).

Entre las disciplinas y herramientas que en la actualidad se han empleado para una correcta automatización está la gestión de procesos de negocio (BPM), esta disciplina ha surgido como un conjunto de métodos, herramientas y tecnologías que son utilizados para diseñar, representar, analizar y controlar procesos operacionales, de esa manera han mejorado el rendimiento que combina las tecnologías de información con metodologías, desarrollando procesos efectivos, ágiles y transparentes (Duro Novoa, 2018) (Salvador-Hernández et al., 2019).

3.2. Casos de éxito de automatización

Para trabajar en la automatización de sus procesos, las entidades que recién empiezan a tener conciencia de los beneficios que esto trae, han tomado como guía a instituciones internacionales, destacando sus mejoras en estándares de calidad, en reducción de pérdidas de producción, en la estabilidad de los procesos, en la reducción del trabajo físico y repetitivo, en el mejoramiento en relación a los costos y beneficios y en la economía más viable en términos de tecnología de automatización (Soria Vera & Díaz Gispert, 2020).

Un estudio realizado por Santana-Rodríguez, Pérez-Lorences, and Abreu-Ledón (2019), llevado a 40 entidades públicas en Cuba, se ha confirmado que la automatización ha mejorado la relación entre los servicios públicos y el ciudadano, esto fue debido a que contaron con soluciones tecnológicas en la administración pública ayudando a la simplificación de los trámites y a reducir la burocracia tan común en la administración pública.

En varias instituciones públicas del Perú siempre ha persistido el uso de sistemas manuales para llevar a cabo tareas importantes como el trámite documentario, pero hay otras instituciones que ponen en primer lugar al ciudadano y se han visto en la necesidad de optimizar el proceso, por la cual cuentan con sistemas basados en web, por ejemplo, está el Ministerio de Salud, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Agricultura, el INEI, entre otros (Medina-León et al., 2019).

Otro ejemplo del uso de la automatización en sus procesos está la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, que va trabajando en el proceso de autoevaluación y búsqueda de la excelencia, haciendo uso de una infraestructura informática y de sistemas de información, para el acompañamiento virtual del aprendizaje, la gestión del trámite documentario y la comunicación, para que los estudiantes y los profesores puedan estar conectados e informados de las actividades de la vida universitaria, los avances en la ruta académica y el cumplimiento del calendario académico (Anzola Montero, 2019).

Por todo lo presentado, respecto a los casos de éxito de automatización en el mundo, me he dado cuenta que en Perú, sería factible la aplicación de la automatización de procesos en las instituciones públicas si se llevan dos actividades, primero talleres de sensibilización, orientados a concienciar al personal en cómo la tecnología sirve como medio para alcanzar resultados favorables dentro de la organización, trabajando en un cambio de mentalidad y aprender nuevas y mejores formas de hacer las cosas, segundo entendiendo que su razón es el ciudadano y que todos sus esfuerzos deben orientar a brindar soluciones y servicios eficientes que atiendan a sus necesidades, siendo estos los principales puntos de cambio, la aplicación de la automatización sería exitosa.

3.3. Importancia de automatizar el trámite documentario en instituciones públicas.

La optimización de los procesos de una institución, conlleva a emplear herramientas avanzadas de los nuevos modelos de negocio, como solución permanente, integral y sistemática (Mena Mugica, 2019). El proceso da por hecho una perfección del desempeño en la actividad de las Administraciones Públicas, estando en constante evolución y transformación, disponiendo de los recursos humanos idóneos y de materiales adecuados (Serna et al., 2019).

Al automatizar el trámite documentario trae consigo beneficios económicos para el sector público, disminuyendo los costos de diversos procesos y servicios que deben ser gestionados diariamente, además, impacta de manera positiva en los ciudadanos, permitiendo políticas públicas de acceso equitativo, pues el proceso puede estar a la disposición de los más necesitados, garantizando los derechos de los ciudadanos (Pliscoff-Varas, 2017).

Voutssás Lara (2017) aclara que, no solo se está cambiando el modelo tradicional del trámite documentario a través de las herramientas digitales; sino que, la misma sociedad conformada por la ciudadanía se reforma constantemente en nuevos modelos y relaciones sociales, esto ha forzado a las instituciones públicas a replantear también su labor en cuanto a la oferta de servicios dirigidos a los ciudadanos, para mejorar la administración en el ámbito público y optimización de los servicios que se ofrecen.

Al acoger tecnología diseñada y adaptada a las necesidades de la entidad pública, la eficiencia y la eficacia empezarán a formar parte diariamente del proceso de ejecución de los servicios, además de un notorio incremento en cuanto a: la capacidad de respuesta ante trámites y requerimientos, incremento de la seguridad de los datos, correcta gestión de la información, productividad y competitividad durante jornadas laborales (Pérez Espinoza et al., 2018).

Se demuestra que, mediante el uso de la tecnología de información, internet e implantando un sistema de trámite documentario de forma segura, permite a la institución mantenerse alineada, reduciendo los costos y tiempos (Granados Hondares & Ferreira Lorenzo, 2019). Por tal motivo, la tecnología debe estar presente en las instituciones públicas, garantizando una gestión eficiente de los productos y servicios que generarán satisfacción y tranquilidad en la vida cotidiana de los ciudadanos (Gómez et al., 2018).

Desde mi punto de vista, la importancia de automatizar el trámite documentario en Perú, especialmente en instituciones públicas se ve reflejado por la pandemia del covid-19 y es una situación verdaderamente comprometedor, pues dada la situación de no tecnificar el proceso en su debido momento las actividades que inician con un trámite en instituciones y universidades

públicas siguen paralizadas. Esto ha generado inconformidad de muchos ciudadanos que tienen la necesidad de generar sus trámites para que de alguna u otra manera puedan dar inicio a sus actividades o postular para un empleo, es ahí donde se ve reflejada de manera tan clara la importancia de digitalizar los procesos manuales (Taiba, 2019).

4. Conclusiones

El trámite documentario es un proceso que ayuda a la institución, pues por medio de ello da inicio a los procesos internos propios de la entidad y la adecuada automatización del proceso produce beneficios en el aprovechamiento del tiempo y ahorro en los recursos económicos, pues, permite el establecimiento claro del ciclo de vida completo de los trámites, desde el momento en que se crean o se reciben hasta que son derivados y entregados al ciudadano (Nahabetián Brunet, 2015).

Las instituciones necesitan poder controlar y manejar el trámite documentario como un elemento indispensable para el logro de los objetivos ya sea del área o de la institución, especialmente en estos tiempos dada la pandemia del Covid-19, pero todo esto inicialmente exige un cambio en la concepción de la automatización que existe en los trabajadores y la ciudadanía, entendiendo como un paso para el mejoramiento de los procesos (Llanes Font et al., 2019).

Es necesario contar con distintas prácticas y cambios de paradigma para prosperar en la implementación de una automatización efectiva en instituciones públicas, por ejemplo, la orientación al cliente, el valor que aporta el proceso de trámite documentario al ciudadano y sobre todo lo que implica dar un servicio público teniendo como base la necesidad del ciudadano.

El rápido aumento en conocimiento del desarrollo de las tecnologías ha permitido la creación de productos y herramientas informáticas para la gestión electrónica del trámite documentario, cuyo fin es conseguir una institución sin papeles, entre los directivos de las instituciones está teniendo gran aceptación que ven la necesidad de planificar y proponer estrategias para actuar con mayor eficacia en un mundo cada vez más competitivo (Sarmiento et al., 2015).

Referencias bibliográficas

- Andrade Vera, A. G. (2019). Automatización del proceso de evaluación de los trabajadores a través de la plataforma Bizagi. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 41–53.
- Anzola Montero, G. (2019). Innovación tecnológica en la gestión universitaria. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 22(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1380>
- Cerrillo Martínez, A. (2018). El impacto de la gestión documental en la transparencia de las Administraciones públicas: la transparencia por diseño. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, (19). <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i19.10515>
- Dejtiar, F. (2020). *¿Una pandemia acelera la digitalización y automatización en las ciudades?* ArchDaily Perú. <https://www.archdaily.pe/pe/935786/una-pandemia-acelera-la-digitalizacion-y-automatizacion-en-las-ciudades>

- Duro Novoa, V. (2018). Aproximación a la Aplicación de la Gestión de Procesos de Negocio en la Administración Pública Cubana. *Revista Internacional de Gestión Del Conocimiento y La Tecnología*, 6(1). <https://www.upo.es/revistas/index.php/gecontec/article/view/1617>
- Gómez, C., Valencia, F., & Marulanda, C. (2018). Information and communication technologies and technological services in the public entities of the coffee triangle, in Colombia. *Informacion Tecnologica*, 29(4), 119–128. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000400119>
- Granados Hondares, Y., & Ferreira Lorenzo, G. L. (2019). Modelo para estimar el esfuerzo que demanda la automatización de procesos de negocio. *Enfoque UTE*, 10(1), 65–76. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.372>
- Gutiérrez Campos, L. (2019). Neoliberalismo y Modernización del Estado en Chile: Emergencia del Gobierno Electrónico y desigualdad social. *Cultura-Hombre-Sociedad*, 29(2), 259–280. <https://doi.org/10.7770/0719-2789.2019.cuhs03.a06>
- Ledo, M. J., Lauzán, O., & Díaz, A. (2019). Disruptive innovations and technologies. *Revista Cubana de Educacion Medica Superior*, 33(1), 1–13. <https://doi.org/10.1057/9781137366788.0016>
- Llanes Font, M., Salvador Hernández, Y., & Escalona Avila, P. (2019). Hoja de ruta para avanzar hacia una administración pública moderna en Cuba. *Revista Reflexiones*, 98(2), 95–112. <https://doi.org/10.15517/rr.v98i2.34923>
- Madakam, S., Holmukhe, R. M., & Kumar Jaiswal, D. (2019). The Future Digital Work Force: Robotic Process Automation (RPA). *Journal of Information Systems and Technology Management*, 16, 1–17. <https://doi.org/10.4301/s1807-1775201916001>
- Medina-León, A., Nogueira-Rivera, D., Hernández-Nariño, A., & ComasRodríguez, R. (2019). Procedure for process management: Methods and support tools. *Ingeniare*, 27(2), 328–342. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>
- Mena Mugica, M. (2019). Análisis del sistema documental del trabajo por cuenta propia. Los casos de arrendamientos y servicios gastronómicos. *Economía y Desarrollo*, 161(1). <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/630>
- Minian, I., & Monroy, Á. M. (2018). The impact of new technologies on jobs in Mexico. *Revista Latinoamericana De Economía*, 49(195), 27–53. <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2018.195.64001>
- Miranda Cairo, M., Valdés Puga, O., Pérez Mallea, I., Portelles Cobas, R., & Sánchez Zequeira, R. (2016). Metodología para la Implementación de la Gestión Automatizada de Controles de Seguridad Informática. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10(2), 14–26. <https://rcci.uci.cu/?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=987>
- Jaramillo, J. (2019). *Transformación digital permite acercar instituciones al ciudadano*. El Peruano. <https://elperuano.pe/noticia/77840-transformacion-digital-permite-acercar-instituciones-al-ciudadano>
- Moreno-Serrano, J., Guerrero-Prado, J., & Galeano-Alegría, D. (2019). Metodología de Diseño Conceptual de Sistemas Automatizados para Ambientes Educativos y de Servicios Tecnológicos. *Ingeniería y Competitividad*, 21(1), 35–48.

<https://doi.org/10.25100/iyc.v20i1.7653>

- Nahabetián Brunet, L. (2015). Protección de datos y gestión documental: Decálogo ampliado para la sociedad de la información. *Revista de La Facultad de Derecho*, 39, 199–225. <https://doi.org/10.22187/20158>
- Pérez Espinoza, M. J., Uzcátegui Sánchez, C., & Brito Bravo, B. B. (2018). El reto de las empresas familiares para el siglo XXI: prácticas empresariales enfocadas al desarrollo sostenible. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(2), 187–194. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/846>
- Pliscoff-Varas, C. (2017). Implementando la nueva gestión pública: Problemas y desafíos a la ética pública. El caso chileno. *Convergencia*, 24(73), 141–164. <https://doi.org/10.29101/crcs.v0i73.4241>
- Rodríguez, E. (2019). La transcendencia de la disponibilidad horaria del trabajador en el contexto de las plataformas digitales. *Revista Andaluza de Trabajo y Bienestar Social*, 1(146), 121–158. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6959610>
- Rodríguez, M. (2019). *El 2019 será un año de crecimiento para la tecnología en temas de Cloud*. Gestión. <https://archivo.gestion.pe/panelg/mario-rodriguez-ano-crecimiento-tecnologia-temas-cloud-2209596>
- Salvador-Hernández, Y., Llanes-Font, M., & Velázquez-Zaldívar, R. (2019). Gestión por procesos en la participación ciudadana. Aplicación en el territorio Holguinero. *Ingeniería Industrial*, 40(1), 59–66. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/934>
- Santana-Rodríguez, L., Pérez-Lorences, P., & Abreu-Ledón, R. (2019). La gestión de Tecnologías de la Información: análisis factorial confirmatorio. *Ingeniería Industrial*, 40(3), 272–284. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1005>
- Sarmiento, J., Mariño, C., & Forero, C. (2015). La contratación administrativa electrónica. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 15, 31–58. <https://doi.org/10.22518/16578953.474>
- Serna, E., Martínez, R., & Tamayo, P. (2019). A review of reality of software test automation. *Computacion y Sistemas*, 23(1), 169–183. <https://doi.org/10.13053/CyS-23-1-2782>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Soria Vera, K. D., & Díaz Gispert, L. I. (2020). Diseño de un sistema de gestión documental para uso interno en la Universidad de Otavalo. *Conrado*, 16(73), 157–164. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1287>
- Taiba, T. R. (2019). Effects of automation on employment in Chile. *Revista de Analisis Economico*, 34(1), 3–49. <https://doi.org/10.4067/S0718-88702019000100003>
- Voutssás Lara, J. A. (2017). Gobierno abierto en bibliotecas públicas: planeación estratégica y el valor público. *E-Ciencias de La Información*, 7(1), 1. <https://doi.org/10.15517/eci.v7i1.26275>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Salas-Tanchiva, Camilo: Investigador y redactor del artículo.

Artículo de revisión / Article review

El derecho del acceso a la información, transparencia de la gestión pública y datos abiertos en los gobiernos locales del Perú

The right of access to information, transparency of public management and open data in the local governments of Peru

Tafur-Puerta, Jhon  0000-0003-4193-1322¹

¹Universidad César Vallejo, Perú

✉ tafurpuertajhon@gmail.com

Recibido: 13/11/2021;

Aceptado: 12/12/2021;

Publicado: 20/01/2022

Resumen: El derecho de acceso a la información pública es parte inherente de la persona, consagrada como un derecho que es la base para otros de igual importancia y que la Corte Interamericana de Derechos Humanos respalda plenamente; por otra parte, los gobiernos deben facilitar el acceso a este derecho y realizar prácticas transparentes en la gestión pública, uno de los factores más importantes para que estas variables puedan desarrollarse es la voluntad política, el establecimiento de procesos administrativos, así como el compromiso de los servidores públicos para brindar servicios de calidad, además, los portales de datos abiertos logran democratizar este derecho a tal punto de que la ciudadanía pueda participar en las etapas de la implementación de políticas públicas que satisfagan las necesidades de los ciudadanos. El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión de la literatura para establecer un marco de referencia teórica sobre el derecho del acceso a la información, transparencia de la gestión pública y datos abiertos en los gobiernos locales del Perú, para lo cual se revisaron artículos científicos de bases de datos de Scopus y Scielo durante los años 2017 y 2021. El resultado más resaltante determina que los portales web de transparencia implementados en los gobiernos locales fortalecen el derecho de AIP. Se concluye que el derecho de AIP en el Perú se encuentra en desarrollo y que la implementación de datos abiertos debe ser una estrategia a mediano plazo.

Palabras clave: democracia; digitalización; legislación; política; servicios

Abstract: The right of access to public information is an inherent part of the person, enshrined as a right that is the basis for others of equal importance and that the Inter-American Court of Human Rights fully supports; on the other hand, governments must facilitate access to this right and to carry out transparent practices in public management, one of the most important factors for these variables to develop is political will, the establishment of administrative processes, as well as the commitment of public servants to provide quality services, in addition, open data portals manage to democratize this right to such an extent that citizens can participate in the stages of the implementation of public policies that satisfy the needs of citizens. The objective of this study was to carry out a review of the literature to establish a theoretical frame of reference on the right of access to information, transparency of public management and open data in local governments in Peru, for which it was reviewed -Scopus and Scielo databases scientific articles were published during the years 2017 and 2021. The most outstanding result determines that the transparency web portals implemented in local governments strengthen the right to AIP. We concluded that the AIP right in Peru is under development, and that the implementation of open data should be a medium-term strategy.

Keywords: democracy; digitization; legislation; politics; services

Cómo citar / Citation: Tafur-Puerta, J. (2022). El derecho del acceso a la información, transparencia de la gestión pública y datos abiertos en los gobiernos locales del Perú. *Revista científica de sistemas e informática*, 2(1), e274. <https://doi.org/10.51252/rcsi.v2i1.274>

I. Introducción

El Acceso a la Información Pública (AIP) es parte de un movimiento mundial que está fundamentado en las constituciones de los países que viven en democracia; además, es un derecho consagrado e inherente al ciudadano, la Corte Interamericana de Derechos Humanos establece que da la apertura a otros derechos fundamentales de la persona.

Por otra parte, los gobiernos deben ser transparentes en su labor para brindar la información solicitada por el ciudadano, este proceso, garantiza constitucionalmente el ejercicio pleno de este derecho. Existen muchos puntos de vista y metodologías validadas para mejorar la transparencia en la gestión pública que son minimizadas por la demora en la entrega de la información pública en donde la voluntad política, la cultura administrativa y el compromiso social son claves para que la transparencia en la gestión sea un proceso exitoso que satisfaga las demandas de los ciudadanos (Cari, 2020).

La era digital trajo consigo la democratización de la información, procesos de transparencia en la gestión pública y la participación a través del uso masivo del internet (Sánchez Medero, 2019); los gobiernos nacionales, regionales y locales en el mundo, han implementado portales web para brindar el AIP que con el paso de los años se han adaptado a las necesidades del ciudadano.

En Latinoamérica, desde inicios de este siglo, se han dado mayor importancia a los portales de datos abiertos (Gálvez-de-la-Cuesta et al., 2020); que, desde la recopilación hasta su entrega en formato digital, existen metodologías que permiten organizar y categorizar una gran cantidad de información y ponerlos a disponibilidad en conjuntos de textos en formatos que son legibles por una computadora.

Debido a la pandemia generada por la COVID-19, los servicios públicos han tenido que consolidarse a través de servicios digitales (Slomp Junior et al., 2021). En Perú, con la implementación de la Ley de Gobierno Digital, los gobiernos locales han tenido que iniciar el cambio de paradigma del gobierno electrónico hacia el gobierno digital, recomendación realizada por la OCDE, los cuales deben satisfacer las necesidades de los ciudadanos a través de la implementación de políticas públicas (Aldret, 2017).

Por lo expuesto, se establecen las siguientes interrogantes: ¿Cuál es el estado actual de la implementación de los portales web de transparencia en los gobiernos locales del Perú? ¿Cuál es el estado actual de la implementación de los portales de datos abiertos? ¿Existe relación entre la implementación de los portales web de transparencia y el número de solicitudes de acceso a la información pública en el Perú?

El objetivo del presente artículo fue realizar una revisión literaria del derecho del acceso a la información, transparencia de la gestión pública y datos abiertos en los gobiernos locales del Perú; además, se ha considerado el buscador de Google como herramienta tecnológica para filtrar los artículos científicos utilizando palabras clave de acceso a la información pública, rendición de cuentas, *right to information act, law*, derecho a la información, acceso a la información, considerando las bases de datos de Scopus y Scielo, para la filtración de ubicación en los respectivos cuartiles donde se encuentran las revistas se utilizó el portal web de ScimagoJR.

El estudio fue limitado por la información dispersa sobre la transparencia en la gestión pública peruana; además, la poca información sobre la implementación de portales de datos abiertos en los gobiernos locales.

El resultado más resaltante es que los portales web de transparencia implementados en los gobiernos locales fortalecen el derecho de AIP; esto se consolidaría, si los gobiernos aceleraran la implementación de datos abiertos de manera progresiva en los gobiernos locales.

2. Materiales y métodos

Para el presente estudio se realizó una revisión de la literatura sobre el derecho del acceso a la información, sobre la transparencia de la gestión pública y los datos abiertos en los gobiernos locales del Perú. Se ha considerado a los gobiernos en el universo de los gobiernos distritales y provinciales; además, para la búsqueda de artículos se utilizó el buscador Google, en la cual se filtraron palabras clave como: acceso a la información pública, rendición de cuentas, *right to information act, law*, derecho a la información, europa, acceso a la información, entre los años 2017 y 2021, en este proceso se encontraron alrededor de 64 artículos, de los cuales al revisar sus resúmenes se consideró conveniente excluir 24 artículos, estableciéndose un total de 30 artículos científicos de las bases de datos de Scopus y Scielo, finalmente, para determinar el cuartil al cual pertenecen se utilizó el portal web de ScimagoJR.

3. Resultados

3.1. El derecho de acceso a la información

El AIP es un factor indispensable para que la democracia en un país funcione de manera equitativa en todos los sectores de la ciudadanía, como principio, norma, deber y derecho, ejerce su función transversal en todo acto jurídico en el Estado y en la sociedad (Ruiz-Rico Ruiz, 2019).

El derecho de AIP se ha convertido progresivamente en una corriente mundial respaldada por las constituciones políticas de los Estados democráticos (Finol Romero & Aponte Aponte, 2021); además, debe considerarse como un derecho fundamental, autónomo e inherente a la persona (Felipe & Morales, 2019), este derecho puede dar apertura a otros como el derecho a la verdad, a la libertad de expresión, a la libertad de prensa, libertad de elección de autoridades, estos a su vez, poseen consecuencias jurídicas importantes que fortalecen el respeto irrestricto al Estado de derecho y la valoración de los derechos humanos, por esta razón, el derecho de AIP también posee la finalidad de proteger a otros bienes jurídicos, el efecto inmediato de asumir estos elementos trae como consecuencia, el ejercicio del control del poder y garantía de la rendición de cuentas de los representantes públicos (Católico-Segura et al., 2019) y del escrutinio de la gestión de los gobernantes por parte de la ciudadanía (Palomares Herrera, 2018).

Este derecho fue reconocido por la Corte Interamericana de Derechos Humanos en el año 1969 y se establece como derecho inherente a la persona, sin embargo, según la UNESCO existen dificultades en la aplicación de las normas de transparencia en la gestión pública (Jimenez Guanipa, 2019)

Para este estudio, resaltamos algunas investigaciones que hacen referencia al derecho a la información con respecto a la transparencia en la gestión pública, tal es el caso de la India. En el

año 2020 estuvo ubicada entre los 10 mejores países de 128 que posee una sólida implementación de su ley de acceso a la información, los estudios demuestran que los gobiernos han adoptado el derecho a la información dentro de sus legislaciones con la finalidad de mejorar la transparencia, los procesos de rendición de cuentas y la gestión administrativa en los organismos públicos. Para este fin, se propone la implementación de la ley de derecho AIP con respecto a los aspectos tecnocráticos y los aspectos sociopolíticos, los estudios indican que este derecho se vio afectado por retrasos en las comisiones de información; alta rotación de funcionarios, amenazas, agresiones, asesinatos de solicitantes del derecho de AIP, chantaje y demora en el acceso oficial a la información con cientos o miles de solicitudes, todas siendo abordadas de forma proactiva por la comunidad que accede a la información y en menor grado por parte del gobierno, finalmente, para el caso de la India, los 3 principales factores sociopolíticos que impactaron en la implementación del derecho de AIP fueron: la voluntad política, la cultura burocrática, y el activismo y compromiso social (Relly et al., 2020).

En América Latina, una de los casos más resaltantes sobre el AIP es el de Claude Reyes, esta sentencia estableció la consolidación del derecho de AIP como un derecho fundamental de la persona, establecida en la Corte Interamericana de Derechos Humanos, además, establece sus restricciones en el caso de que vulnere la seguridad nacional y la seguridad privada de acuerdo al orden constitucional que debe establecer cada nación en su constitución política (Castro Vizcarra & Sánchez Sánchez, 2017).

3.2. Transparencia en la gestión pública

La transparencia es la clave para un gobierno responsable, especialmente cuando la corrupción golpea las estructuras estatales de todo un continente. En el caso del continente africano, a más de 20 años de la aprobación de las leyes de derecho de AIP, han demostrado poco impacto en la gobernanza democrática, en la actualidad son 21 de los 54 países de África lo han implementado. Sin embargo, la gobernanza democrática se ha visto empañada por las malas prácticas en la gestión pública, así como el equilibrio de poderes, asignación eficiente de los recursos de los Estados y transparencia en su utilización. Por su parte, el continente africano está repleto con casos reportados de medios restrictivos, ausencia de pluralismo en los medios, requisitos prohibitivos para la divulgación de información e índice de percepción de la corrupción en los más altos niveles. Más de la mitad de los países en África están suscritos a convenciones internacionales que propugnan procesos para la democracia, el estado de derecho, transparencia y rendición de cuentas, estos elementos constituyen el fundamento de la ley de AIP, por esta razón, los países de África deberían realizar revisiones periódicas de la aplicación de la legislación actual para facilitar el AIP; además, Serbia, Sri Lanka, Eslovenia y Albania, se encuentran entre los cinco mejores países con derecho a la información pública y que poseen una mejor implementación en todos sus aspectos (Adu, 2018).

Los gobiernos en el continente africano, se ven reacios a compartir información, lo que aporta a desarrollar democracias incipientes, aumento del nivel de la corrupción, abusos de derechos, aplicación de restricciones a los medios de comunicación, ausencia de pluralismo en los medios, negación de acceso a la información y falta de transparencia en la rendición de cuentas. Los estudios evidencian que un organismo público que permanezca totalmente desprevenido, no equipado y con pocos recursos, no podría implementar el derecho de AIP, su propia declaración legal no garantiza en sí mismo el acceso gratuito e ilimitado a la información;

por tanto, los gobiernos deben poseer un adecuado liderazgo político, estar equipados y con suficientes recursos para la implementación de este derecho (Martínez Becerra, 2018) que garantice la transparencia, la correcta rendición de cuentas, la buena gobernanza y la participación democrática de los pueblos (Nkwe & Ngoepe, 2021).

Para Alcaraz-Quiles, Navarro-Galera, y Ortiz-Rodríguez, (2020), las leyes de transparencia establecen las reglas y los procedimientos establecidos para la asignación de los recursos, establecimiento de las excepciones de su aplicación y la gestión de las solicitudes de información, esto favorece la transparencia y promueven una sociedad democrática participativa. La poca divulgación de esta información establece la vulneración al derecho de acceso de la información, aunque existan los registros gubernamentales, los débiles mecanismos de los Estados para difundirla afecta la transparencia. Es necesario resaltar, que la ciudadanía tiene derecho a la verdad y solo la información correcta puede formar la base para el sólido afianzamiento de la democracia y la seguridad de la confianza del público en su gobierno.

En el caso de la legislación española, se registran irregularidades con respecto a la gestión de los registros de datos que son fuente para generar la información pública, actualmente, esta representa una limitación al papel de la gestión documental como herramienta para prevenir y combatir la corrupción. Además, se evidencia la necesidad de garantizar una gestión adecuada de los registros, el cual deberá considerar la transparencia a lo largo de su ciclo de vida. Cabe resaltar, que estas condiciones reflejan de forma parcial e insuficiente la aplicación de la legislación española y que los legisladores suelen ignorar los fundamentos instrumentales y metodológicos de la gestión de documentos; por esta razón, es necesario un proceso de actualización en la gestión de archivos y registros con respecto al derecho de AIP.

La transparencia es una de las herramientas más efectivas para prevenir y luchar contra los actos de corrupción, por esta razón, es necesario generar mayor transparencia en las administraciones públicas con la implementación de sistemas de gestión de registros que deben facilitar el acceso, la difusión y reutilización de la información, para este fin, se deben diseñarlas incorporando elementos de validación en el ciclo de vida de un registro, se incorpora al diseño elementos de transparencia desde su creación hasta su entrega al ciudadano, proporcionando total integridad de los registros de la información pública.

Casadesús de Mingo y Cerrillo-i-Martínez, (2018) afirman que es necesario garantizar una gestión adecuada de los registros durante toda la trazabilidad de su implementación. Además, la transparencia a lo largo del ciclo de vida de un registro compone uno de los aportes más importantes para que la información pública llegue a todos los ciudadanos, lamentablemente, la legislación actual de España no refleja adecuadamente estos componentes, esta se ha desarrollado sin tener en cuenta la importancia de tener registros, sistemas de gestión en las administraciones públicas y representa que los administradores públicos hayan ignorado estos aspectos. Es necesario que se incluyan desde la definición de las políticas públicas con respecto al AIP y la gestión documental, de esta manera, garantizar la transparencia desde el diseño, finalmente, los gestores públicos deben impulsar estas políticas no como herramienta para potenciar transparencia y el AIP sino como política para reducir y prevenir la corrupción (Robles-López & Zamora-Medina, 2020).

Según Matheus, Janssen, y Janowski, (2021) establecen que, existe poca transparencia en las operaciones gubernamentales lo que conlleva a una mala toma de decisiones, en donde los

procedimientos aplicados a los servicios públicos se ven involucrados en actos y escándalos de corrupción, esto está facilitado por las deficientes rendiciones de cuentas por parte del gobierno y servidores públicos y una débil gobernanza en la gestión pública. Por esta razón, los gobiernos están implementando sus plataformas de datos abiertos a través de internet, los datos abiertos y el gobierno abierto son considerados como parte de un movimiento que puede desarrollar, entre otros aspectos la transparencia en la gestión pública (Zuiderwijk et al., 2021), incorporando el término de transparencia digital en las operaciones gubernamentales.

3.3. Portales de datos abiertos como servicios digitales en los municipios del Perú

Un portal de datos abiertos disponible para la ciudadanía y otros sectores gubernamentales puede beneficiarse en la disminución del tiempo el acceso a los servicios públicos digitales. Cabe mencionar que la expansión de portales de datos abiertos no garantiza, en su totalidad, una gobernanza participativa deseada. Además, no todos los portales web institucionales están categorizados como portales de datos abiertos, es necesario considerar que entre los requisitos previos más notables se encuentran el acceso directo, el uso libre, la capacidad de examinar la información y las herramientas para consultar grandes conjuntos de datos, cumpliendo estos requisitos los gobiernos, en todos sus niveles, brindarán oportunidades para la participación y la retroalimentación de los ciudadanos y conducir a la implementación de mejores servicios públicos (Alaouie, 2019).

Para este propósito, la digitalización ha facilitado la interacción entre los servidores públicos a través de las plataformas digitales, la creación de servicios digitales gubernamentales suelen excluir a aquellos casos que son más complejos de resolver, para este caso, los ciudadanos experimentan un mayor grado de carga administrativa, porque los registros de datos gubernamentales favorecen los casos típicos, los atípicos están en el nivel más alto y poseen el riesgo de sufrir más cargas administrativas en su entrega. Cabe mencionar, que cuanto más complejas sean las reglas de un procedimiento de servicio público, es más difícil ser entregado de manera automáticamente, finalmente, el propósito de la innovación digital en los servicios públicos es para mejorar la sociedad (Larsson, 2021).

Kosec y Wantchekon (2020) establecen que, la información es un componente crítico de la toma de decisiones de los gobiernos y los ciudadanos; mejorar las estrategias para su disponibilidad y confiabilidad pueden mejorar las dimensiones de la gestión pública a través de la prestación de los servicios digitales de calidad (Feng et al., 2021), los cuales están disponibles con mayor cobertura, frecuencia y confiabilidad, a través de la implementación de portales de datos abiertos, ya que se son procesados en menor tiempo y con mayor disponibilidad, por ejemplo, para el sector productivo en materias primas, el 68% de la población mundial pertenecen al sector rural, los servicios rurales incluyen servicios agrícolas y de riego, infraestructura vial y servicios sociales como acceso a la salud y a la educación, estos sectores deben estar considerados por la gestión pública para proporcionar el acceso a la información para una mejor toma de decisiones. Aunque la conectividad a internet es un gran reto para los gobiernos que poseen estos sectores, las oportunidades de las operadores de estos servicios son fundamentales para mejorar la toma de decisiones (Flores-Cueto et al., 2020).

En el Perú, con la aprobación de la ley de Gobierno Digital, a través del Decreto Legislativo N° 1412, la Presidencia del Consejo de ministros, es la encargada de promover la apertura de

los datos de calidad y la implementación de comités de Gobierno Digital en cada unidad ejecutora, para este estudio haremos referencia específicamente a los municipios provinciales y distritales, en el marco general de la Gobernanza de Datos, a través del mismo asegurar los procesos de recopilación, procesamiento, publicación, almacenamiento y apertura de los datos como estrategia para asegurar la transparencia en la gestión pública y la participación de la empresa y de la ciudadanía (Montecinos & Contreras, 2019).

A continuación, se muestra el proceso de implementación del portal de transparencia de los gobiernos locales en el Perú en el año 2020:

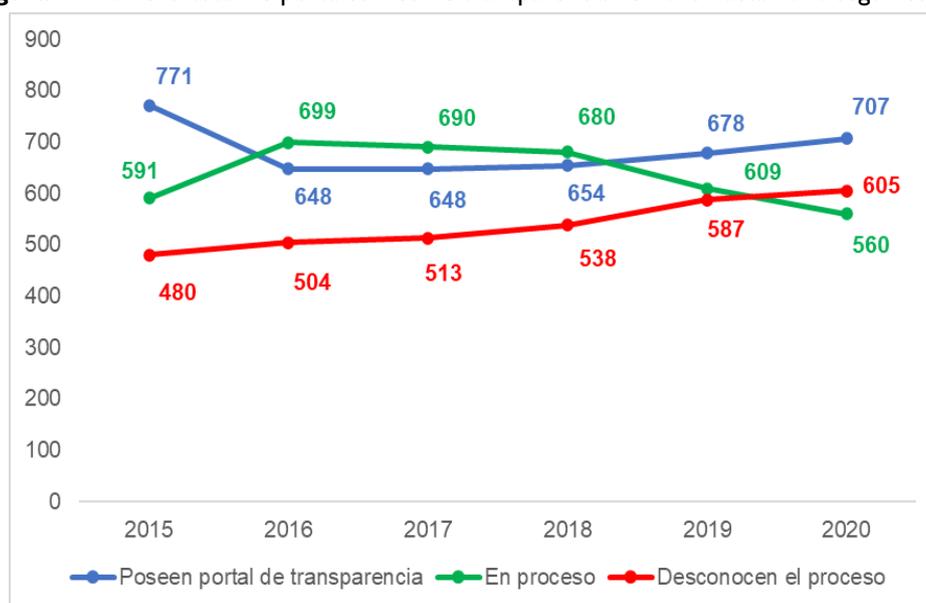
Tabla I. Gobiernos locales con portales web de transparencia desde 2015 hasta 2020.

Denominación	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Poseen portal de transparencia	771	648	648	654	678	707
Provincial	171	167	157	162	167	170
Distrital	600	481	491	492	511	537
En proceso	591	699	690	680	609	560
Provincial	18	26	28	23	23	21
Distrital	573	673	662	657	586	539
Desconocen el proceso	480	504	513	538	587	605
Provincial	7	3	11	11	6	5
Distrital	473	501	502	527	581	600
Total	1 842	1 851	1 851	1 872	1 874	1 872

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Según la Tabla I, entre los años 2015 y 2020 existen entre 1 842 y 1874 gobiernos locales que reportan información sobre el proceso de implementación de su portal de transparencia estándar, el cual está establecido en el Decreto Supremo N° 063-2010-PCM y la Resolución Ministerial N° 200-2010. En consecuencia, con los datos obtenidos en la Tabla I, se presente la siguiente figura:

Figura I. Número total de portales web de transparencia de 2015 hasta 2020 según estado.



Según la Figura 1, se observa que en el año 2015 fueron 771 gobiernos locales los que poseen un portal web de transparencia, además, entre 2015 y 2016 se observa una baja considera de 771 a 648, en el año 2017 se mantiene la misma cifra del año anterior, para el año 2018 se registra un total de 654, el año 2019 un total de 678 y en el año 2020 un total de 707 gobiernos locales, aunque existe una baja considerable entre los años 2015 y 2016, y en el año 2017 la cifra se mantenga, se observa una tendencia de crecimiento en el número de gobiernos locales que posean su portal web de transparencia.

Además, según la Figura 1, se observa que en el año 2015 fueron 591 gobiernos locales cuyo portal web de transparencia se encuentra en proceso de implementación, además, en el año 2016 se observa un incremento de 591 a 699, en el año 2017 la cifra baja a un total de 690, para el año 2018, la tendencia se mantiene y se registran un total de 680, el año 2019, la cifra decrece aún más, con un total de 609 y en el año 2020 un total de 560 gobiernos locales, de estas cifras se observa una tendencia de decrecimiento en el número de gobiernos locales cuyo portal web de transparencia se encuentra en proceso de implementación.

Según la Figura 1, se observa que en el año 2015 fueron 480 gobiernos locales que desconocen el proceso de implementación de un portal web de transparencia, además, en el año 2016 se observa un incremento de 480 a 504, en el año 2017 la cifra sube a un total de 513, para el año 2018, la tendencia se mantiene y se registran un total de 538, el año 2019, se registra un total de 587 y en el año 2020 un total de 605 gobiernos locales, que manifiestan que desconocen el proceso de implementación de un portal web de transparencia, de estas cifras se observa una tendencia de crecimiento en el número de gobiernos locales con esta condición. Además, se calcula el porcentaje de cumplimiento en la implementación de los portales web de transparencia de los gobiernos locales en el año 2020, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2. Gobiernos locales con portales web de transparencia por departamentos en 2020.

Departamento	Poseen portal de transparencia			En proceso			Desconocen el proceso			Total	% cumplimiento
	Prov	Dist	Total	Prov	Dist	Total	Prov	Dist	Total		
Amazonas	6	12	18	1	28	29	0	37	37	84	21.43%
Ancash	14	29	43	5	63	68	1	54	55	166	25.90%
Apurímac	5	13	18	2	18	20	0	46	46	84	21.43%
Arequipa	6	29	35	1	31	32	1	41	42	109	32.11%
Ayacucho	8	25	33	3	34	37	0	49	49	119	27.73%
Cajamarca	13	35	48	0	40	40	0	39	39	127	37.80%
Callao	1	6	7	0	0	0	0	0	0	7	100.00%
Cusco	12	32	44	1	43	44	0	24	24	112	39.29%
Huancavelica	5	19	24	1	22	23	1	52	53	100	24.00%
Huánuco	8	9	17	2	30	32	1	34	35	84	20.24%
Ica	5	18	23	0	11	11	0	9	9	43	53.49%
Junín	9	30	39	0	44	44	0	41	41	124	31.45%
La Libertad	12	32	44	0	18	18	0	21	21	83	53.01%
Lambayeque	3	30	33	0	3	3	0	2	2	38	86.84%
Lima	8	82	90	1	29	30	1	48	48	168	53.57%
Loreto	7	18	25	1	14	15	0	13	13	53	47.17%
Madre de Dios	2	3	5	1	3	4	0	2	2	11	45.45%
Moquegua	3	7	10	0	5	5	0	5	5	20	50.00%
Pasco	2	9	11	1	10	11	0	7	7	29	37.93%
Piura	8	29	37	0	16	16	0	12	12	65	56.92%
Puno	13	15	28	0	51	51	0	31	31	110	25.45%

San Martín	10	25	35	0	19	19	0	23	23	77	45.45%
Tacna	4	14	18	0	5	5	0	5	5	28	64.29%
Tumbes	3	7	10	0	2	2	0	1	1	13	76.92%
Ucayali	3	9	12	1	0	1	0	4	4	17	70.59%
Total			707			560			605	1 872	37.77%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

En Tabla 2 se observa que, son un total de 1 872 gobiernos locales en el año 2020, de los cuales 707 poseen un portal de transparencia, 560 están en proceso de implementación y 605 afirmar no conocer el proceso de su implementación, esto representa un 37.77% de cumplimiento de gobiernos locales que poseen un portal de transparencia a nivel del todo el país.

Luego, en la Tabla 2, con respecto al número de gobierno locales, Lima se registra en primer lugar como el departamento con más gobiernos locales con un total de 168 con un 53.57% de cumplimiento, Ancash en segundo lugar con un total de 166 con un 25.90% de cumplimiento, Cajamarca en tercer lugar con un total de 127 con un 37.80% de cumplimiento.

Asimismo, en la Tabla 2, con respecto al porcentaje de cumplimiento de los gobiernos locales, la provincia constitucional del Callao registra en primer lugar con un 100% de cumplimiento con un total de 7 gobiernos locales, el departamento de Lambayeque en segundo lugar con 86.84% con un total de 38 gobiernos locales, el departamento de Tumbes en tercer lugar con 76.92% con un total de 13 gobiernos locales.

En la Tabla 3, se muestra la cantidad de gobiernos locales que posee portales de datos abiertos de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 3. Gobiernos locales que poseen portales de datos abiertos

Gobierno local	Completo			Incompleto			En proceso			Total
	Prov	Dist	Total	Prov	Dist	Total	Prov	Dist	Total	
Lima	1	1	2	0	1	1	0	1	1	4

De acuerdo a la Tabla 3, solo existe un total de 4 gobiernos locales que poseen un portal de datos abiertos en el Perú, de estos, solo la Municipalidad Metropolitana de Lima y la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres poseen datos listos para ser descargados.

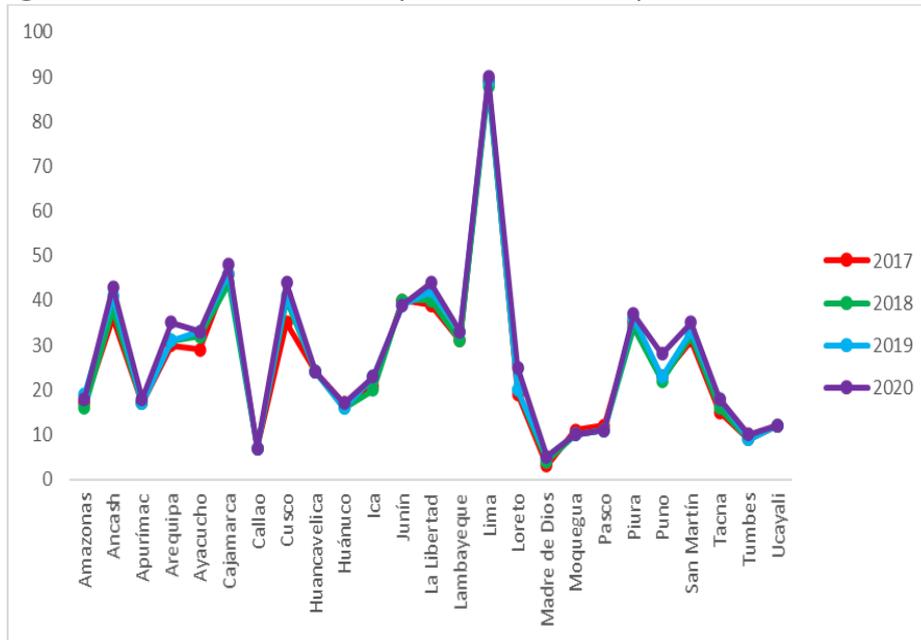
Luego, en la Tabla 3, se observa que solo existe 1 gobierno local que posee un portal de datos abierto incompleto, debido a que solo posee una página web de información general y el enlace a los datos no se encuentra disponible, este pertenece a la Municipalidad de San Isidro, por otra parte, se observa que solo existe 1 gobierno local que posee un portal de datos abierto en proceso de construcción, este pertenece a la Municipalidad Distrital de Miraflores. Además, se presentan los datos de la cantidad de portales web de transparencia y los datos de las solicitudes recibidas de AIP, donde PT es el número de portales de transparencia implementados y SR es el número de solicitudes registradas de AIP:

Tabla 4. Número de portales web de transparencia y número de solicitudes de AIP

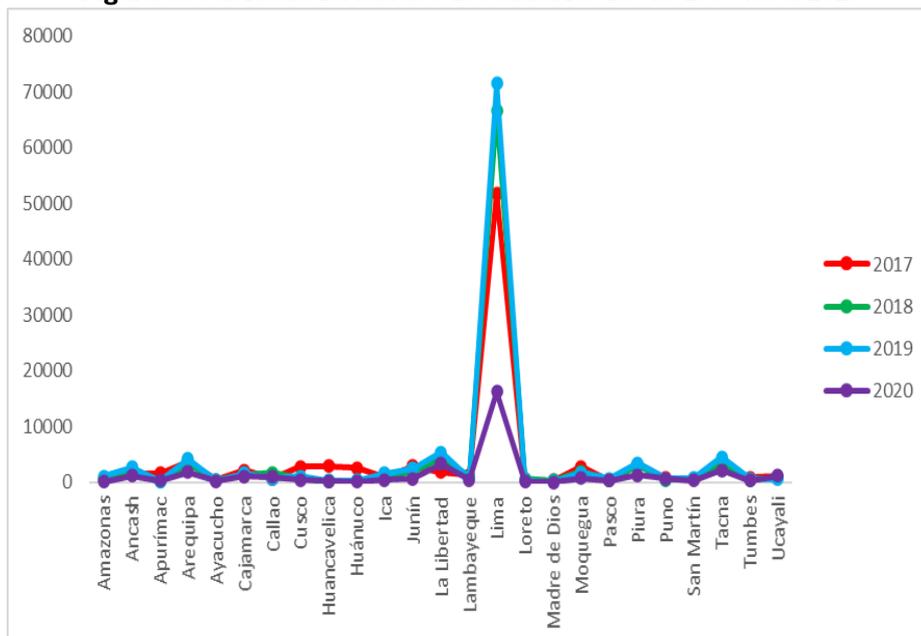
Departamento	2017		2018		2019		2020	
	PT	SR	PT	SR	PT	SR	PT	SR
Amazonas	17	621	16	306	19	1 037	18	108
Ancash	36	1 563	38	1 753	41	2 626	43	1 163
Apurímac	17	1 624	17	12	17	193	18	260
Arequipa	30	3 704	31	3 324	31	4 176	35	1 741
Ayacucho	29	431	32	358	33	303	33	178
Cajamarca	46	2 101	44	1 215	46	1 598	48	1 011
Callao	7	657	7	1 706	7	649	7	933
Cusco	35	2 754	40	562	41	1 032	44	399
Huancavelica	24	2 843	24	79	24	294	24	224
Huánuco	17	2 501	16	323	16	271	17	83
Ica	21	796	20	801	23	1 561	23	381
Junín	40	2 916	40	1 906	39	2 422	39	603
La Libertad	39	1 774	40	4 292	42	5 374	44	3 289
Lambayeque	31	1 253	31	999	33	756	33	393
Lima	89	51 783	88	66 578	89	71 481	90	16 256
Loreto	19	420	20	563	20	258	25	107
Madre de Dios	3	284	4	238	5	106	5	7
Moquegua	11	2 748	10	1 868	10	1 670	10	661
Pasco	12	331	11	298	11	582	11	234
Piura	35	3 216	34	3 129	36	3 387	37	1 225
Puno	23	667	22	346	23	573	28	605
San Martín	31	642	32	566	33	734	35	318
Tacna	15	2 482	16	2 965	18	4 482	18	2 067
Tumbes	9	782	9	401	9	556	10	269
Ucayali	12	985	12	785	12	465	12	1 109
Coefficiente de correlación	0.062693		0.315403		0.753604		0.746802	

Fuente: Ministerio de Justicia y Derechos Humanos.

De acuerdo a la Tabla 4, se observa que se desarrolla una correlación entre el número de PT y las SR de AIP de los gobiernos locales conformados por los gobiernos provinciales y por los gobiernos distritales, en el año 2017 se calcula un coeficiente de correlación de 0.062693 (correlación positiva muy baja), en el año 2018 se calcula un coeficiente de correlación de 0.315403 (correlación positiva baja), en el año 2019 se calcula un coeficiente de correlación de 0.753604 (correlación positiva alta) y en el año 2020 se calcula un coeficiente de correlación de 0.746802 (correlación positiva alta). Estos resultados son alentadores, debido a que la relación de la implementación de los PT con el número de SR de AIP se fortalece con el paso de los años. Consecuentemente con la Tabla 4, se presenta la siguiente figura:

Figura 2. Tendencia del número de portales web de transparencia de 2017 hasta 2020

De acuerdo a la Figura 2, se muestra que la tendencia sobre la implementación de portales web de transparencia se ha mantenido durante los años 2017 a 2020 en los 24 departamentos que constituye la suma total de gobiernos provinciales y gobiernos distritales, los gobiernos regionales deben aplicar las estrategias necesarias para que sus gobiernos locales cuenten con la infraestructura y el personal capacitado como parte de la cultura innovadora (Gaete Quezada et al., 2019; Muñoz y Mendez, 2021) en el Estado Peruano y para incrementar el número de portales web de transparencia.

Figura 3. Tendencia del número de solicitudes de AIP 2017 hasta 2020

De acuerdo a la Figura 3, se muestra que la tendencia sobre la cantidad de solicitudes recibidas de AIP en los gobiernos locales, se observa que el departamento que posee mayor número de solicitudes es el departamento de Lima, hay que considerar que estos datos es la suma total de la cantidad registrada en los gobiernos provinciales más la cantidad registrada en los gobiernos locales, para el caso de este departamento, el mayor número de solicitudes se registra en el año 2019, mientras que el menor número de solicitudes se registra en el año 2020.

Según la Figura 3, se muestra una disminución en los departamentos de Cusco, Huancavelica y Huánuco entre los años 2017 a 2020, en los demás departamentos se observa que se mantiene la tendencia a lo largo de estos años con la excepción del año 2020, ya que en general, en todos los departamentos se observa la disminución de las solicitudes de AIP.

4. Conclusiones

El estado actual de la implementación de los portales web de transparencia en el Perú va incrementándose, así como los gobiernos locales que no comprende la importancia de este proceso, además, el nivel de cumplimiento de la implementación es baja lo que representa un reto para las autoridades del gobierno central y aplicar las estrategias para el cumplimiento de las metas del gobierno digital en el Perú.

Solo existen 4 portales de datos abiertos en todos los gobiernos locales del Perú, estableciendo de esta manera, el todavía insípido estado actual de la implementación de portales de datos abiertos en el Perú, estableciendo un enorme reto en el cumplimiento de los factores del gobierno abierto en los gobiernos locales (Grandinetti & Miller, 2020).

Existe relación directamente proporcional entre la implementación de los portales web de transparencia en y las solicitudes de AIP y se espera que cada año pueda incrementarse las solicitudes y mejorar los procesos de consolidación del derecho de AIP en el Perú.

El derecho de AIP en el Perú se encuentra en desarrollo, los portales web de transparencia aportan mucho en este sentido, sin embargo, el proceso de implementación de datos abierto, todavía es una estrategia pendiente del cual el gobierno del Perú debe prestar atención para consolidar este derecho consagrado en su constitución política y como derecho inherente a la persona.

Referencias bibliográficas

- Adu, K. K. (2018). The paradox of the right to information law in Africa. *Government Information Quarterly*, 35(4), 669–674. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.10.003>
- Alaouie, A. M. (2019). Assessing whether the design of a state forensic portal of test results complies with requirements of open government data. *Forensic Science International: Reports*, 1, 100043. <https://doi.org/10.1016/j.FSIR.2019.100043>
- Alcaraz-Quiles, F. J., Navarro-Galera, A., & Ortiz-Rodríguez, D. (2020). The contribution of the right to information laws in Europe to local government transparency on sustainability. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 20(1), 161–178. <https://doi.org/10.1007/S10784-019-09461-8>

- Aldret, A. D. (2017). Participación ciudadana en la gestión y en las políticas públicas / Citizen Engagement in Public Policy and Public Management. *Gestión y Política Pública*, 26(2), 341–379. <https://doi.org/10.29265/GYPP.V26I2.337>
- Cari, B. C. (2020). Las leyes de transparencia como vector de la ciudadanía: estudio comparativo de Brasil y España. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas*, 44–62. <https://doi.org/10.24965/GAPP.124.10776>
- Casadesús de Mingo, A., & Cerrillo-i-Martínez, A. (2018). Improving records management to promote transparency and prevent corruption. *International Journal of Information Management*, 38(1), 256–261. <https://doi.org/10.1016/j.IJINFORMGT.2017.09.005>
- Castro Vizcarra, L. C., & Sánchez Sánchez, A. (2017). El Caso Claude Reyes y el derecho de acceso a la información. *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 6(11). <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i11.109>
- Católico-Segura, D.-F., Leal-Bonilla, K.-Y., & Londoño-Jiménez, O.-M. (2019). La transparencia activa y su vínculo con el origen institucional: el caso de las universidades colombianas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 10(27), 51–71. <https://doi.org/10.22201/ISSUE.20072872E.2019.27.340>
- Felipe, R. G., & Morales, X. A. A. (2019). Percepción ciudadana de los derechos humanos: el caso de Monterrey, Nuevo León. *Revista Científica General José María Córdova*, 17(25), 131–145. <https://doi.org/10.21830/19006586.138>
- Feng, F., Wang, X., & Chen, T. (2021). Analysis of the attributes of rights to inferred information and China's choice of legal regulation. *Computer Law & Security Review*, 41, 105565. <https://doi.org/10.1016/j.CLSR.2021.105565>
- Finol Romero, L., & Aponte Aponte, E. (2021). Des-contextualización del derecho de acceso a la información pública por la jurisprudencia constitucional chilena. Comentarios a la Sentencia del Tribunal Constitucional Rol 7425-19-INA de 19 de diciembre 2019. *Estudios Constitucionales*, 19(1), 356–372. <https://doi.org/10.4067/S0718-52002021000100356>
- Flores-Cueto, J. J., Hernández, R. M., & Garay-Argandoña, R. (2020). Tecnologías de información: Acceso a internet y brecha digital en Perú. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(90), 504–527. <https://doi.org/10.37960/RVG.V25I90.32396>
- Gaete Quezada, R., Acevedo Muñoz, S., Carmona Robles, G., Palta Layana, O., Gaete Quezada, R., Acevedo Muñoz, S., Carmona Robles, G., & Palta Layana, O. (2019). Generando buenas prácticas de innovación pública desde las regiones: “piensa con i.” *Innovar*, 29(74), 147–159. <https://doi.org/10.15446/INNOVAR.V29N74.82095>
- Gálvez-de-la-Cuesta, M. del C., Gertrudix-Barrio, M., & García-García, F. (2020). Datos abiertos y educación: formación de docentes en la sociedad digital. *Páginas de Educación*, 13(2), 01–20. <https://doi.org/10.22235/pe.v13i2.1913>
- Grandinetti, R., & Miller, E. (2020). Tendencias y prácticas: políticas de Gobierno Abierto a nivel municipal en Argentina. *Revista Iberoamericana de Estudios Municipales*, 21, 89–112. <https://doi.org/10.4067/S0719-17902020000100089>
- Jimenez Guanipa, H. (2019). El Acuerdo de Escazú y el derecho de acceso a la información dan a luz una nueva jurisprudencia Análisis jurisprudencial Sentencia Fundación Ambiente y

- Recursos Naturales (FARN) C/ YPF SA slvarios. *Revista Derecho Del Estado*, 44, 385–396. <https://doi.org/10.18601/01229893.N44.14>
- Kosec, K., & Wantchekon, L. (2020). Can information improve rural governance and service delivery? *World Development*, 125, 104376. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2018.07.017>
- Larsson, K. K. (2021). Digitization or equality: When government automation covers some, but not all citizens. *Government Information Quarterly*, 38(1), 101547. <https://doi.org/10.1016/J.GIQ.2020.101547>
- Martínez Becerra, J. J. (2018). Municipal Electronic Government. The case of the Municipalities of the State of Sonora, 2009 and 2011. *PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad*, 8(15), 1–19. <https://doi.org/10.32870/pk.a8n15.327>
- Matheus, R., Janssen, M., & Janowski, T. (2021). Design principles for creating digital transparency in government. *Government Information Quarterly*, 38(1), 101550. <https://doi.org/10.1016/J.GIQ.2020.101550>
- Montecinos, E., & Contreras, P. (2019). Participación ciudadana en la gestión pública: Una revisión sobre el estado actual. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(86), 341–362. <https://doi.org/10.37960/REVISTA.V24I86.23767>
- Muñoz, F. A., & Mendez, A. P. (2021). Democracia digital y administración pública en una municipalidad distrital. *YACHAQ*, 4(1), ág. 13-32. <https://doi.org/10.46363/YACHAQ.V4I1.133>
- Nkwe, M., & Ngoepe, M. (2021). Compliance with freedom of information legislation by public bodies in South Africa. *Government Information Quarterly*, 38(2), 101567. <https://doi.org/10.1016/J.GIQ.2021.101567>
- Palomares Herrera, M. (2018). La reciente tendencia iusfundamental del derecho de acceso a la información pública en el derecho español. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 51(152), 741–764. <https://doi.org/10.22201/IIJ.24484873E.2018.152.12924>
- Relly, J. E., Rabbi, M. F., Sabharwal, M., Pakanati, R., & Schwalbe, E. H. (2020). More than a decade in the making: A study of the implementation of India's Right to Information Act. *World Development*, 136, 105088. <https://doi.org/10.1016/J.WORLDDEV.2020.105088>
- Robles-López, C. M., & Zamora-Medina, R. (2020). Transparencia online como bien intangible del sector público. *Transinformação*, 32, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-9865202032E190059>
- Ruiz-Rico Ruiz, C. (2019). Análisis comparativo de la legislación iberoamericana en materia de transparencia y derecho de acceso a la información. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 52(154), 255–283. <https://doi.org/10.22201/IIJ.24484873E.2019.154.14144>
- Sánchez Medero, G. (2019). Las tecnologías digitales y la regeneración democrática de los partidos políticos españoles y mexicanos. *Perfiles Latinoamericanos*, 27(54), 2019. <https://doi.org/10.18504/PL2754-008-2019>
- Slomp Junior, H., Coelho, K. S. C., Barros, D. M., Franco, T. B., & Cruz, K. T. da. (2021). Haciendo, planeando, “planhaciendo”: una experiencia de pragmatismo municipal en la

pandemia del Covid-19 en cooperación con la universidad. *Salud Colectiva*, 17, e3341. <https://doi.org/10.18294/SC.2021.3341>

Zuiderwijk, A., Pirannejad, A., & Susha, I. (2021). Comparing open data benchmarks: Which metrics and methodologies determine countries' positions in the ranking lists? *Telematics and Informatics*, 62, 101634. <https://doi.org/10.1016/J.TELE.2021.101634>

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El presente artículo no presenta conflicto de intereses.

Contribución de autores

Tafur-Puerta, Jhon: Investigador y redactor del presente artículo.