

REVISTA MULTIDISCIPLINAR EPISTEMOLOGÍA DE LAS CIENCIAS

Volumen 1, Número 1
Octubre - Diciembre 2024

Edición Trimestral

CROSSREF PREFIX DOI: 10.71112

VOLUMEN 1, NÚMERO 1, 2024

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1
octubre - diciembre 2024

Publicación trimestral
Hecho en México

La Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias acepta publicaciones de cualquier área del conocimiento, promoviendo una plataforma inclusiva para la discusión y análisis de los fundamentos epistemológicos en diversas disciplinas. La revista invita a investigadores y profesionales de campos como las ciencias naturales, sociales, humanísticas, tecnológicas y de la salud, entre otros, a contribuir con artículos originales, revisiones, estudios de caso y ensayos teóricos. Con su enfoque multidisciplinario, busca fomentar el diálogo y la reflexión sobre las metodologías, teorías y prácticas que sustentan el avance del conocimiento científico en todas las áreas.

Contacto principal: admin@omniscens.com

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación

Se autoriza la reproducción total o parcial del contenido de la publicación sin previa autorización de la Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias siempre y cuando se cite la fuente completa y su dirección electrónica.



Cintillo legal

Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias Vol. 1, Núm. 1, octubre-diciembre 2024, es una publicación trimestral editada por el Dr. Moises Ake Uc, C. 51 #221 x 16B , Las Brisas, Mérida, Yucatán, México, C.P. 97144 , Tel. 9993556027, Web: <https://www.omniscens.com>, admin@omniscens.com, Editor responsable: Dr. Moises Ake Uc. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2024-121717181700-102, ISSN: "en trámite", ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número, Dr. Moises Ake Uc, fecha de última modificación, 31 diciembre 2024.

CONTENIDO

Mensaje Editorial	
Dinámicas culturales y prácticas sociales en espacios rurales: un análisis histórico de la provincia de Chumbivilcas, Andes peruanos <i>Orlando Ccajma Chavez</i>	1-18
¿Cómo afecta el etanol al comportamiento de diferentes especies de gusanos nematodos? <i>Paola Carolina Astudillo González</i>	19-32
De la divisibilidad a las ternas pitagóricas: teoremas y formas de generación <i>Alexander José Villarroel Salazar, Francisco Javier Villarroel Rosillo</i>	33-61
Control interno en el proceso de auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana <i>Danny Jonathan Gonzales Pompa, David Alberto Gonzales Gonzales, Adolfo William Lavallo Gonzales</i>	62-86
Transición generacional docente en una universidad pedagógica: análisis de factores motivacionales y del desempeño laboral <i>Gustavo Adolfo González Cáceres</i>	87-105

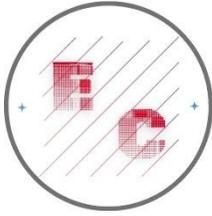
Mensaje Editorial

Bienvenido a nuestra Revista, cerramos este 2024 con alegría al presentar el volumen 1, número 1; este primer número marca el inicio de un proyecto que busca aportar un impulso significativo al desarrollo y la difusión del conocimiento científico; el término "epistemología", derivado del griego *ἐπιστήμη* (*episteme*, ciencia) y *λογία* (*logos*, estudio), nos remite a la teoría del conocimiento, un campo que nos inspira a explorar y conectar las grandes ramas del saber; este enfoque multidisciplinario es el eje central de nuestra misión: construir puentes entre diversas disciplinas para enriquecer nuestra comprensión del mundo; estamos convencidos de que el conocimiento se construye colectivamente, y su colaboración, tanto en esta etapa inicial como en el futuro, será esencial para el éxito. ¡Haciendo ciencia!

Feliz Navidad y Próspero Año Nuevo.

Dr. Moisés Aké Uc

Director de la Revista



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**DINÁMICAS CULTURALES Y PRÁCTICAS SOCIALES EN ESPACIOS
RURALES: UN ANÁLISIS HISTÓRICO DE LA PROVINCIA DE
CHUMBIVILCAS, ANDES PERUANOS**

**CULTURAL DYNAMICS AND SOCIAL PRACTICES IN RURAL SPACES:
A HISTORICAL ANALYSIS OF THE PROVINCE OF CHUMBIVILCAS,
PERUVIAN ANDES**

Orlando Ccajma Chavez

Universidad Nacional del Altiplano Puno

Dinámicas culturales y prácticas sociales en espacios rurales: un análisis histórico de la provincia de Chumbivilcas, Andes peruanos

Orlando Ccajma Chavez

orcach5@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-4305-6344>

Universidad Nacional del Altiplano Puno

Perú

RESUMEN

Este artículo analiza las dinámicas culturales y sociales de Chumbivilcas, en los Andes peruanos, destacando su evolución histórica y adaptación a la globalización. Enfoca el rol del ayllu, unidad tradicional que sigue siendo clave en la gestión social y económica, promoviendo valores como la solidaridad y el equilibrio en el uso de recursos. Se destacan prácticas culturales como las festividades y rituales, especialmente el carnaval chumbivilcano, como espacios de resistencia cultural y transmisión de memoria. El estudio de las prácticas de reciprocidad, como el ayni y la mink'a, subraya la cohesión comunitaria. Además, la transmisión de saberes ancestrales asegura la continuidad cultural. Se abordan los impactos de la migración y globalización, destacando el papel central de mujeres y jóvenes en la preservación y reinterpretación de las tradiciones. El artículo concluye con la necesidad de políticas públicas inclusivas que fortalezcan la identidad cultural y la cohesión social en un contexto globalizado.

Palabras clave: Chumbivilcas, Andes peruanos, ayllu, reciprocidad, festividades andinas, tradiciones orales, resiliencia cultural, globalización.

Cultural dynamics and social practices in rural spaces: a historical analysis of the province of Chumbivilcas, Peruvian Andes

ABSTRACT

This article analyzes the cultural and social dynamics of Chumbivilcas, located in the Peruvian Andes, highlighting its historical evolution and adaptation to globalization. It focuses on the role of the ayllu, a traditional organizational unit that remains central to social and economic management, fostering values such as solidarity and resource balance. Cultural practices, including festivals and rituals particularly the Chumbivilcas Carnival are emphasized as spaces of cultural resistance and the transmission of historical memory. The study of reciprocity practices, such as ayni and mink'a, underscores community cohesion. Additionally, the transmission of ancestral knowledge ensures cultural continuity. The impacts of migration and globalization are addressed, with special emphasis on the crucial role of women and youth in preserving and reinterpreting traditions. The article concludes with a call for inclusive public policies to strengthen cultural identity and social cohesion in a globalized context.

Keywords: Chumbivilcas, Peruvian Andes, ayllu, reciprocity, Andean festivals, oral traditions, cultural resilience, globalization.

Recibido: 2 de diciembre 2024 | Aceptado: 4 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

La provincia de Chumbivilcas, situada en la región de Cusco, ocupa un lugar emblemático en los Andes peruanos debido a su riqueza cultural y su papel en la conformación de la identidad andina. A lo largo de los siglos, este territorio ha sido un escenario de profundas transformaciones sociales, económicas y culturales, donde las comunidades locales han desplegado una capacidad notable de resistencia y adaptación frente a las influencias externas. Desde las estructuras coloniales hasta los impactos contemporáneos de la globalización, las dinámicas sociales de Chumbivilcas han reflejado un equilibrio complejo entre la preservación de las tradiciones y la incorporación de nuevos elementos culturales.

Este análisis parte de la premisa de que los estudios rurales en contextos andinos permiten revelar procesos históricos que han sido, en ocasiones, marginados en los relatos nacionales. Las prácticas sociales y los sistemas de organización como el **ayllu** constituyen una evidencia viviente de la interacción entre herencias culturales prehispánicas y formas modernas de organización. Estos espacios sociales rurales han sido fundamentales para la transmisión de saberes ancestrales, la creación de memoria colectiva y la construcción de identidades locales.

En este artículo, se propone una exploración histórica y cultural de las dinámicas que han moldeado la vida en Chumbivilcas, considerando aspectos como las festividades, las prácticas de reciprocidad y los procesos de transformación cultural recientes. Además, se analiza cómo los actores locales, incluidas las mujeres y los jóvenes, desempeñan un papel activo en la preservación y reinterpretación de las tradiciones.

Por otro lado, se destaca el impacto de fenómenos como la migración y el acceso a tecnologías modernas, los cuales han introducido desafíos para la continuidad de ciertas prácticas culturales. Sin embargo, estos mismos procesos han dado lugar a respuestas innovadoras de reafirmación identitaria, reforzando la importancia de los rituales y las costumbres como formas de resistencia frente a la homogeneización cultural.

Con esta investigación se busca contribuir al entendimiento más amplio de las dinámicas culturales en las comunidades rurales andinas y su capacidad para transformarse en un mundo cada vez más interconectado, preservando al mismo tiempo su esencia y singularidad.

Marco Teórico

Perspectivas teóricas sobre culturas rurales en contextos andinos

El estudio de las culturas rurales andinas exige un enfoque teórico que reconozca la capacidad de estas comunidades para resistir, adaptarse y transformarse frente a las múltiples imposiciones coloniales y globales a lo largo del tiempo. Desde los estudios postcoloniales, autores como Aníbal Quijano (1992) han planteado el concepto de colonialidad del poder, subrayando cómo los sistemas de organización tradicionales, como el ayllu, han funcionado como espacios de resistencia frente a las estructuras hegemónicas. El ayllu, entendido como una forma colectiva de gestión social y económica, no solo ha sobrevivido a pesar de los procesos de dominación, sino que también ha sido un elemento fundamental en la autonomía cultural de las comunidades indígenas.

Los enfoques postcoloniales han permitido también entender que estas dinámicas rurales no son estáticas. Por el contrario, los espacios rurales andinos se constituyen en escenarios de negociación cultural donde se integran, reinterpretan y resignifican elementos externos. James Scott (1990), en su teoría sobre la resistencia cotidiana, complementa esta perspectiva al mostrar cómo las formas sutiles y no declaradas de oposición permiten a las comunidades mantener su identidad frente a las presiones externas.

En paralelo, la etnografía ha sido una herramienta esencial para documentar la vida cotidiana en estas comunidades. La investigación de Mary Weismantel (1998) ha resaltado el papel de las prácticas alimenticias en la construcción de la identidad cultural andina, mostrando cómo la relación con la tierra y los alimentos tiene un profundo componente simbólico.

Catherine Allen (2002) complementa este enfoque al explorar cómo las comunidades rurales

ven el mundo a través de una cosmología que conecta lo humano, lo natural y lo espiritual, configurando una visión integral que informa sus prácticas sociales y culturales.

Los estudios de Pierre Bourdieu (1980) también han sido fundamentales para analizar las prácticas culturales desde su concepto de *habitus*, que explica cómo los esquemas culturales y sociales están incorporados en los actores individuales, pero también son moldeados por las estructuras sociales. En el contexto andino, esto permite comprender cómo las festividades, los rituales y las relaciones de reciprocidad se enraízan en tradiciones profundas, al tiempo que se adaptan a las transformaciones históricas.

Conceptos clave

Espacios sociales y prácticas culturales

Los espacios rurales andinos son entendidos como escenarios de interacción donde se producen y transforman las culturas locales. Estos espacios están impregnados por el *habitus* colectivo de las comunidades, lo que les permite reproducir sus tradiciones mientras integran nuevos elementos culturales. Autores como Henri Lefebvre (1991) amplían esta perspectiva al señalar que los espacios sociales no son meros lugares físicos, sino también el resultado de relaciones sociales y culturales. En Chumbivilcas, las festividades tradicionales y las dinámicas de reciprocidad son ejemplos concretos de cómo estos espacios se llenan de significado cultural y refuerzan las identidades locales.

La obra de Jesús Contreras (2005) refuerza esta idea al destacar cómo las prácticas culturales en los espacios rurales actúan como mecanismos de cohesión social, pero también como herramientas para enfrentar los cambios impuestos por la modernización. En este contexto, las prácticas agrícolas y rituales en Chumbivilcas adquieren un doble propósito: garantizar la subsistencia material y preservar el vínculo espiritual con la tierra.

Interculturalidad y resistencia cultural

La interculturalidad en los Andes, más que una coexistencia de culturas, representa un proceso constante de negociación, adaptación y resistencia. Marisol de la Cadena (2000)

señala que las comunidades indígenas no solo absorben elementos culturales externos, sino que los reinterpretan y los incorporan dentro de su propia cosmovisión. Este proceso de resistencia cultural no implica un rechazo frontal, sino una integración creativa que permite a las comunidades mantener su identidad.

Alfredo Torero (1974) aporta una perspectiva histórica al analizar cómo la lengua quechua, como herramienta intercultural, ha sido un vehículo clave para resistir la homogenización cultural y preservar la memoria colectiva en los Andes. En el caso de Chumbivilcas, las narrativas orales y los relatos míticos desempeñan una función similar, actuando como reservorios de identidad en un contexto de cambio constante.

James Clifford (1997), desde un enfoque etnográfico contemporáneo, refuerza la importancia de las tensiones interculturales como generadoras de nuevas formas culturales híbridas. Estas tensiones no deben entenderse como conflictos, sino como oportunidades para la creatividad cultural, lo que explica la pervivencia de las danzas tradicionales en Chumbivilcas, incluso en un entorno globalizado.

Cosmología y espiritualidad andina

La cosmología andina ha sido otro concepto clave para entender las dinámicas culturales en los Andes. Autores como Catherine Allen (1988) y Gary Urton (1997) han explorado cómo las creencias en torno a los apus (montañas sagradas) y la Pachamama (Madre Tierra) estructuran las prácticas sociales y las relaciones con el entorno natural. Estas creencias no son meramente religiosas, sino que constituyen un sistema completo de organización que influye en actividades cotidianas como la agricultura, la ganadería y los rituales comunitarios.

En Chumbivilcas, los rituales dedicados a la Pachamama no solo refuerzan los lazos espirituales, sino también las redes de reciprocidad y solidaridad social, esenciales para la cohesión de la comunidad. Estos elementos destacan cómo las prácticas espirituales son inseparables de las dinámicas culturales y sociales en las comunidades andinas.

Dinámicas de género y generaciones

Finalmente, el análisis de las dinámicas de género y generaciones es crucial para entender cómo las tradiciones se transmiten y transforman. Silvia Rivera Cusicanqui (2010) ha destacado el papel central de las mujeres en la preservación de los saberes ancestrales, actuando como mediadoras entre el pasado y el futuro. En paralelo, los jóvenes, aunque influenciados por la migración y el acceso a nuevas tecnologías, también juegan un papel vital en la reinterpretación y revitalización de las tradiciones culturales.

METODOLOGÍA

La presente investigación se basó en un enfoque cualitativo que integró técnicas mixtas de recolección de datos, permitiendo un análisis profundo de las dinámicas culturales y prácticas sociales en Chumbivilcas. Este enfoque incluyó una revisión documental exhaustiva y un trabajo de campo detallado, orientado a captar las experiencias y perspectivas de los actores locales.

Revisión documental

El análisis bibliográfico abarcó fuentes que van desde registros históricos prehispánicos hasta estudios recientes sobre las comunidades andinas. Se consultaron documentos etnohistóricos, investigaciones arqueológicas y publicaciones antropológicas contemporáneas que abordaron temas como la organización social, los rituales y las transformaciones culturales en los Andes. Este marco teórico-documental fue crucial para contextualizar los hallazgos del trabajo de campo y establecer conexiones con los procesos históricos que han moldeado la identidad de Chumbivilcas.

Entrevistas semiestructuradas

El trabajo de campo incluyó entrevistas semiestructuradas a diferentes actores clave de la comunidad:

Líder comunal de Llusco:

Uno de los entrevistados, Don Julián Quispe, líder comunal de Llusco, compartió detalles sobre la importancia de las festividades locales como el carnaval chumbivilcano. Don Julián explicó cómo estas celebraciones refuerzan los lazos de reciprocidad y solidaridad entre los miembros de la comunidad. Al describir las prácticas rituales, señaló:

"El carnaval no es solo una fiesta; es nuestra forma de agradecer a la Pachamama y fortalecer nuestra unión como ayllu. Aquí todos nos ayudamos, porque sin apoyo mutuo, no sobrevivimos."

Maestra local de Santo Tomás:

La profesora Rosa Huamán, docente en una escuela primaria en la capital provincial, destacó el papel de las tradiciones orales en la transmisión de conocimientos ancestrales.

Según ella, las narrativas locales, como los relatos sobre los apus protectores, son fundamentales en la formación de la identidad de los niños. En su testimonio mencionó:

"Siempre incluyo cuentos y leyendas en mis clases para que los niños no pierdan el vínculo con nuestras raíces. Aunque vivimos en un mundo moderno, nuestras historias son la conexión con quienes somos."

Joven migrante retornado:

Otro entrevistado fue Hugo Condori, un joven que había migrado a Lima en busca de oportunidades laborales, pero regresó a Chumbivilcas tras algunos años. Hugo habló sobre cómo la experiencia migratoria lo llevó a valorar más sus raíces culturales. Relató:

"Cuando estaba en Lima, me di cuenta de cuánto extraño nuestras tradiciones. Ahora participo en los carnavales con más entusiasmo y trato de enseñar a los niños a bailar nuestras danzas."

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Observación participativa

La observación participativa se llevó a cabo durante eventos comunitarios, con un énfasis particular en el carnaval chumbivilcano. Esto permitió observar directamente cómo se organizan las festividades, las dinámicas de cooperación entre las familias y el papel de los rituales en la cohesión social. Durante la ceremonia inicial del carnaval, se documentó cómo los comuneros ofrecían pagos a la Pachamama en un acto de agradecimiento, seguido por danzas y cantos que simbolizan la alegría colectiva.

Este enfoque metodológico fue fundamental para comprender las prácticas sociales en su contexto natural, integrando tanto las perspectivas de los participantes como las observaciones directas del investigador. La combinación de entrevistas y observación garantizó una visión integral y rica en matices sobre las dinámicas culturales de Chumbivilcas.

Chumbivilcas: Contexto Histórico y Social

Breve historia de la región

La provincia de Chumbivilcas tiene una historia profundamente entrelazada con la organización social y económica del Tahuantinsuyu, el vasto imperio incaico que dominó gran parte de los Andes. Durante este periodo, los ayllus, como unidades básicas de organización social, desempeñaron un papel crucial en la administración y manejo de los recursos. Estas estructuras comunitarias, basadas en principios de reciprocidad y solidaridad, permitieron a las comunidades gestionar de manera eficiente los diferentes pisos ecológicos de la región. La capacidad de los ayllus para coordinar actividades como la agricultura, la ganadería y el comercio interregional fue esencial para garantizar la sostenibilidad de las poblaciones locales en un entorno geográficamente desafiante (Murra, 1975).

Con la llegada de los colonizadores españoles, estas formas de organización comunitaria se vieron profundamente transformadas. Las políticas coloniales impusieron

sistemas como la encomienda y la mita, los cuales reestructuraron el acceso y el uso de los recursos, subordinando a las comunidades a las demandas de trabajo forzado para la explotación minera y otras actividades. Sin embargo, a pesar de estas imposiciones, los ayllus no desaparecieron por completo. En su lugar, se adaptaron, preservando en sus fundamentos los valores de cooperación y apoyo mutuo que caracterizan a las comunidades andinas. Esta capacidad de resistencia cultural fue clave para la sobrevivencia de las tradiciones locales, que se mantuvieron incluso en los momentos más críticos de la colonización.

A lo largo del siglo XIX, durante el proceso de independencia y las primeras décadas de las repúblicas sudamericanas, Chumbivilcas continuó enfrentando desafíos vinculados a la transformación de sus estructuras sociales. Sin embargo, las comunidades lograron preservar muchos aspectos de su identidad cultural y su organización comunal, adaptándose a los cambios políticos y económicos del entorno nacional.

Caracterización actual

En la actualidad, Chumbivilcas sigue siendo una región mayoritariamente rural, donde la economía está anclada en actividades tradicionales como la agricultura y la ganadería. Los pequeños productores trabajan en terrenos distribuidos a lo largo de los pisos ecológicos, aprovechando las variaciones climáticas y geográficas para cultivar una diversidad de productos como la papa, la quinua y la cebada, además de criar ganado ovino y vacuno. Estas actividades no solo aseguran la subsistencia de las familias, sino que también reflejan una continuidad histórica en el manejo de los recursos.

Las relaciones sociales en Chumbivilcas están profundamente impregnadas por principios tradicionales como el ayni (ayuda mutua) y la mink'a (trabajo colectivo). Estas prácticas de reciprocidad estructuran no solo el trabajo agrícola y las obras comunitarias, sino también la participación en festividades y rituales. Por ejemplo, durante los carnavales chumbivilcanos, las familias se apoyan mutuamente para organizar las actividades, lo que refuerza los lazos sociales y reafirma la identidad colectiva de la comunidad.

A pesar de su aparente aislamiento, Chumbivilcas no ha sido ajena a los procesos de globalización y migración. En las últimas décadas, muchas familias han visto cómo sus jóvenes emigran hacia ciudades como Cusco o Lima en busca de mejores oportunidades laborales o educativas. Este fenómeno ha introducido cambios en la vida comunitaria, como la disminución de la mano de obra disponible para las actividades tradicionales. Sin embargo, también ha generado un proceso inverso: el retorno de migrantes con nuevas perspectivas y habilidades, lo que ha enriquecido la vida cultural de la región.

Un aspecto destacado es el fortalecimiento del sentido de identidad regional frente a las influencias externas. Las festividades, como el carnaval y las danzas tradicionales, han adquirido un nuevo significado en este contexto, funcionando como espacios de resistencia cultural y de reafirmación frente a la homogeneización global. Las comunidades han sabido integrar elementos modernos en sus prácticas sin perder de vista sus raíces, lo que demuestra una notable capacidad de adaptación y resiliencia cultural.

En conjunto, la historia y la situación actual de Chumbivilcas ilustran cómo las comunidades andinas han sido capaces de preservar sus valores fundamentales mientras enfrentan los desafíos de un mundo cambiante. Este equilibrio entre continuidad y cambio es un testimonio de la riqueza y la fortaleza de su herencia cultural.

Dinámicas Culturales en Espacios Sociales

Prácticas culturales y festividades

Las festividades en Chumbivilcas, como el carnaval chumbivilcano y las danzas tradicionales, no solo constituyen eventos de celebración, sino que representan momentos clave para reforzar los lazos comunitarios y reafirmar la identidad cultural.

Estos espacios permiten a los participantes renovar sus vínculos sociales y colectivos, configurándose como escenarios de resistencia cultural frente a las influencias externas. Según Salas Carreño (2011), estas manifestaciones culturales actúan como vehículos para la

memoria colectiva, sirviendo además como respuesta a los procesos de homogenización derivados de la globalización.

Antropólogos como Catherine Allen (2002) han destacado que los rituales y festividades andinas son más que actos simbólicos; son dinámicas complejas que integran lo espiritual, lo social y lo económico, uniendo a la comunidad en torno a valores compartidos. Por ejemplo, las danzas como los ch'unchos o los qhapaq qolla representan no solo tradiciones estéticas, sino también relatos históricos y mitológicos que refuerzan la conexión entre los comuneros y su entorno. Estas expresiones permiten a las comunidades recontar su historia y afirmar su autonomía frente a las imposiciones externas.

Henri Favre (1979) aporta una perspectiva similar al señalar que las festividades andinas son espacios donde se reactualizan los sistemas de reciprocidad y solidaridad comunitaria, valores fundamentales en el tejido social andino. Estas actividades, al involucrar a todas las generaciones y diversos sectores sociales, fortalecen el sentido de pertenencia y cohesión colectiva, especialmente en un contexto de modernización acelerada.

Tradiciones orales y saberes ancestrales

La oralidad ocupa un lugar central en la transmisión de conocimientos ancestrales en Chumbivilcas. Desde técnicas agrícolas específicas para cada piso ecológico hasta historias míticas sobre los apus y la Pachamama, el conocimiento se transfiere de una generación a otra a través de narrativas vivas que consolidan la memoria histórica de la comunidad. Paul Ricoeur (1984) sostiene que las narrativas no solo preservan el pasado, sino que también lo reinterpretan, adaptándolo a las necesidades contemporáneas. Esto resulta particularmente relevante en comunidades como las de Chumbivilcas, donde la oralidad sigue siendo una herramienta clave para construir y mantener la identidad colectiva.

Gary Urton (1997) analiza cómo los sistemas de transmisión de conocimientos en los Andes, incluyendo los quipus, son expresiones de una lógica cultural profundamente arraigada en la reciprocidad y el equilibrio con la naturaleza. Aunque los quipus ya no son ampliamente

utilizados, los principios subyacentes de organización y transmisión siguen presentes en las prácticas locales de Chumbivilcas, especialmente en el ámbito agrícola y ritual.

Además, Silvia Rivera Cusicanqui (2010) enfatiza que la oralidad y los saberes ancestrales son instrumentos de resistencia frente a la modernidad y la globalización, actuando como contrapesos a las narrativas oficiales que muchas veces marginan las voces indígenas. En este sentido, la continuidad de las tradiciones orales en Chumbivilcas refuerza no solo la conexión intergeneracional, sino también la capacidad de las comunidades para resistir la asimilación cultural.

Transformaciones culturales recientes

En las últimas décadas, Chumbivilcas ha experimentado profundas transformaciones culturales debido a la migración, el acceso a nuevas tecnologías y el contacto con economías de mercado más amplias. Sin embargo, estos cambios no han implicado una pérdida completa de las tradiciones locales, sino una reconfiguración de las mismas. Marisol de la Cadena (2000) subraya que las comunidades andinas han demostrado una notable capacidad para integrar elementos externos sin abandonar su esencia cultural, lo que evidencia un proceso dinámico de negociación y adaptación.

Por ejemplo, los jóvenes que migran a las ciudades suelen regresar a Chumbivilcas con nuevas perspectivas, lo que ha generado una revitalización de las tradiciones locales, integrando elementos modernos en las prácticas culturales. Catherine Walsh (2009) denomina este proceso como *interculturalidad crítica*, donde las comunidades no solo se adaptan a las influencias externas, sino que las reconfiguran para fortalecer su identidad.

Finalmente, James Clifford (1997) introduce la idea de "hibridación cultural" para describir cómo las comunidades rurales, como las de Chumbivilcas, incorporan elementos globales en sus tradiciones locales, creando nuevas formas culturales híbridas. En este contexto, la globalización no es necesariamente un factor destructivo, sino un catalizador para la innovación cultural y la reafirmación identitaria.

Prácticas Sociales y Organización Comunitaria

El ayllu como base de organización social

En Chumbivilcas, el ayllu continúa siendo una pieza fundamental de la organización social y económica, desempeñando un papel clave en la gestión de los recursos y en la cohesión comunitaria. Esta estructura, que tiene sus raíces en las prácticas andinas prehispánicas, se basa en principios de reciprocidad, equilibrio y cooperación, los cuales permiten una gestión sostenible de los territorios y los bienes comunes. John Murra (1975) destaca que el ayllu, más allá de ser una estructura económica, es también un sistema que organiza las relaciones sociales y asegura la redistribución equitativa de los recursos entre sus miembros.

En el contexto actual, el ayllu sigue funcionando como un mecanismo que fomenta la solidaridad en Chumbivilcas, ayudando a enfrentar desafíos contemporáneos como la globalización y la migración. Por ejemplo, en momentos de crisis, las familias dentro del ayllu recurren a estas redes comunitarias para compartir alimentos, trabajo o apoyo emocional, demostrando la vigencia de este modelo organizativo. Además, el ayllu actúa como un espacio donde se transmiten saberes ancestrales, lo que refuerza la identidad cultural y asegura la continuidad de prácticas tradicionales en un entorno cambiante.

Prácticas de reciprocidad: ayni y mink'a

El ayni y la mink'a son dos principios de reciprocidad que estructuran las relaciones sociales en Chumbivilcas. El ayni, entendido como ayuda mutua, se basa en el intercambio de servicios entre familias o miembros de la comunidad, creando una red de apoyo que beneficia a todos. En la práctica, el ayni se manifiesta en actividades cotidianas como la construcción de viviendas, la preparación de tierras agrícolas o la organización de eventos comunitarios. Según Henri Favre (1979), esta práctica es una forma de asegurar la cohesión social y de mantener un equilibrio en las relaciones entre los comuneros.

Por otro lado, la *mink'a*, que se traduce como trabajo colectivo, es una forma de colaboración comunitaria destinada a proyectos de interés común, como la construcción de infraestructuras comunales, la limpieza de canales de riego o la organización de festividades. Silvia Rivera Cusicanqui (2010) señala que estas formas de reciprocidad no solo tienen un valor práctico, sino que también refuerzan los lazos emocionales y simbólicos entre los miembros de la comunidad, fortaleciendo el tejido social.

En un mundo globalizado, estas prácticas han adquirido un nuevo significado, ya que no solo representan formas tradicionales de cooperación, sino también estrategias de resistencia frente a los modelos económicos individualistas. La persistencia del *ayni* y la *mink'a* en Chumbivilcas es un ejemplo de cómo las comunidades andinas han sabido mantener y adaptar sus valores culturales a los cambios históricos y sociales.

Rol de las mujeres y jóvenes

Las mujeres ocupan un lugar central en la organización comunitaria y en la preservación de las tradiciones culturales en Chumbivilcas. Como transmisoras de saberes ancestrales, las mujeres desempeñan un papel crucial en la enseñanza de técnicas agrícolas, la preparación de alimentos tradicionales y la narración de historias que conectan a las nuevas generaciones con su herencia cultural. Catherine Allen (1988) señala que las mujeres andinas son las guardianas de la memoria colectiva, lo que les otorga un rol protagónico en la continuidad de las prácticas culturales.

A pesar de los desafíos asociados con la migración y el acceso desigual a oportunidades educativas y laborales, las mujeres han encontrado formas innovadoras de reafirmar su papel en la comunidad. Por ejemplo, muchas lideran la organización de festividades y rituales, asegurando que estos espacios sigan siendo relevantes para las generaciones más jóvenes.

Por su parte, los jóvenes enfrentan tensiones derivadas de la migración y el contacto con nuevas tecnologías. Sin embargo, su papel en la reinterpretación y revitalización cultural es

cada vez más evidente. Según Marisol de la Cadena (2000), los jóvenes son agentes de cambio que, aunque influenciados por contextos urbanos y globalizados, regresan a sus comunidades con nuevas ideas y habilidades que enriquecen las tradiciones locales.

En Chumbivilcas, los jóvenes participan activamente en la revitalización de danzas, canciones y rituales, combinando elementos modernos con prácticas tradicionales. Este proceso de reinterpretación cultural no solo asegura la continuidad de las tradiciones, sino que también fortalece el sentido de identidad en un contexto de cambio constante.

El ayllu, las prácticas de reciprocidad y la participación activa de mujeres y jóvenes demuestran que Chumbivilcas es un espacio donde la tradición y la modernidad coexisten, reforzando la cohesión social y preservando una rica herencia cultural.

CONCLUSIONES

Chumbivilcas demuestra cómo las comunidades andinas han mantenido una notable capacidad de resiliencia cultural en medio de un mundo globalizado. A través de sus festividades, sistemas de reciprocidad y organización comunal, estas comunidades no solo preservan su esencia cultural, sino que también adaptan sus prácticas para responder a las nuevas realidades sociales y económicas. Este equilibrio entre tradición y modernidad es un reflejo de su fortaleza identitaria.

El ayllu, como núcleo de organización social, sigue siendo central para la vida en Chumbivilcas. Su enfoque en la solidaridad y el uso compartido de recursos no solo refuerza la cohesión comunitaria, sino que también ofrece un modelo sostenible que podría inspirar otras formas de organización en contextos rurales. Este sistema ancestral sigue siendo una fuente de apoyo en momentos de crisis, uniendo a los miembros de la comunidad en torno a valores comunes.

Las festividades y la oralidad juegan un papel clave como vehículos de transmisión cultural e identidad. A través de eventos como el carnaval chumbivilcano, las comunidades revitalizan sus vínculos sociales y mantienen vivas las tradiciones que forman parte de su

historia. Estos espacios permiten no solo celebrar el pasado, sino también reforzar la conexión entre generaciones, asegurando la continuidad de las prácticas culturales.

Las mujeres y los jóvenes desempeñan roles fundamentales en la continuidad cultural de Chumbivilcas. Las mujeres, como guardianas de los saberes ancestrales, aseguran que las tradiciones se transmitan en el tiempo. Los jóvenes, a pesar de enfrentar las tensiones de la migración y la modernidad, están reinterpretando y revitalizando las tradiciones locales, encontrando nuevas maneras de conectar con su herencia cultural.

La reciprocidad, manifestada en prácticas como el ayni y la mink'a, sigue siendo la base de las relaciones sociales en Chumbivilcas. Estas dinámicas no solo aseguran el bienestar colectivo, sino que también refuerzan los lazos emocionales y simbólicos entre los miembros de la comunidad. En un contexto donde los valores individualistas predominan, estas prácticas destacan como ejemplos de cooperación y cohesión social.

El caso de Chumbivilcas resalta la necesidad de políticas públicas inclusivas que valoren y fomenten estas tradiciones culturales. Reconocer su importancia en el desarrollo sostenible es esencial para garantizar que estas prácticas continúen siendo relevantes y beneficiosas en un mundo en constante cambio. Las dinámicas culturales de Chumbivilcas ofrecen una lección poderosa sobre cómo integrar la riqueza de las tradiciones en un contexto global.

REFERENCIAS

Allen, C. (1988). *The hold life has: Coca and cultural identity in an Andean community*.

Smithsonian Institution Press.

Bourdieu, P. (1980). *Le sens pratique*. Minuit.

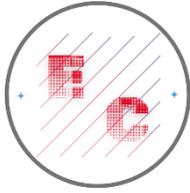
Clifford, J. (1997). *Routes: Travel and translation in the late twentieth century*. Harvard

University Press.

De la Cadena, M. (2000). *Indigenous mestizos: The politics of race and culture in Cuzco, Peru,*

1919-1991. Duke University Press.

- Favre, H. (1979). *Los Incas: Economía, sociedad y estado en la era del Tahuantinsuyu*. Siglo XXI Editores.
- Flores Galindo, A. (1986). *Buscando un Inca: Identidad y utopía en los Andes*. Horizonte.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space*. Blackwell.
- Murra, J. V. (1975). *El control vertical de un máximo de pisos ecológicos en la economía de las sociedades andinas*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Quijano, A. (1992). "Colonialidad del poder, cultura y conocimiento en América Latina". En *CLACSO: Ciencias Sociales y Ciudadanía*. CLACSO.
- Rivera Cusicanqui, S. (2010). *Ch'ixinakax utxiwa: Una reflexión sobre prácticas y discursos descolonizadores*. Ediciones Yachaywasi.
- Rostworowski, M. (1998). *Historia del Tahuantinsuyu*. IEP.
- Salas Carreño, G. (2011). "Rituals of resistance in Andean festivities". *Anthropological Quarterly*, 84(3), 617-650.
- Scott, J. C. (1990). *Domination and the arts of resistance: Hidden transcripts*. Yale University Press.
- Torero, A. (1974). *El quechua y la historia social andina*. Instituto de Estudios Peruanos.
- Urton, G. (1997). *The social life of numbers: A Quechua ontology of numbers and philosophy of arithmetic*. University of Texas Press.
- Walsh, C. (2009). *Interculturalidad crítica y pedagogía de-colonial: Aportes al debate*. Ediciones Abya-Yala.
- Weismantel, M. (1998). *Food, gender, and poverty in the Ecuadorian Andes*. Waveland Press.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**¿CÓMO AFECTA EL ETANOL AL COMPORTAMIENTO DE
DIFERENTES ESPECIES DE GUSANOS NEMATODOS?**

**HOW DOES ETHANOL AFFECT THE BEHAVIOR OF DIFFERENT
SPECIES OF NEMATODE WORMS?**

Paola Carolina Astudillo González

Universidad Anáhuac Mayab

¿Cómo afecta el etanol al comportamiento de diferentes especies de gusanos nematodos?

Astudillo González Paola Carolina

paolota.astudillo@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-9581-6561>

Universidad Anáhuac Mayab

México

RESUMEN

Este estudio analizó el impacto del etanol en especies de nematodos del género *Caenorhabditis*, comunes en entornos con producción de etanol. Se evaluaron concentraciones de etanol en adultos de diversas especies, midiendo velocidad, curvatura corporal y producción de huevos. Los resultados indicaron que, a concentraciones altas, las velocidades fueron similares entre especies, aunque *C. sp27* tuvo menor velocidad a 100 mM, pero mayor a concentraciones más altas. En curvatura corporal, *C. angaria* y *C. sp27* mostraron mayor flexibilidad que *C. elegans* en presencia de etanol. La producción de huevos solo se redujo significativamente en *C. angaria* a concentraciones bajas, mientras que *C. elegans* mostró menor producción a 100 mM, pero aumentó a 200 y 400 mM. Este estudio destaca las respuestas variables al etanol entre especies y sugiere explorar cómo afecta el etanol su desarrollo y la expresión del gen *slo-1*. Estos hallazgos contribuyen al estudio de respuestas a estresores ambientales.

Palabras clave: *C. elegans*, *Caenorhabditis*, Etanol, nematodos, Respuestas ambientales

How does ethanol affect the behavior of different species of nematode worms?

This study examined the impact of ethanol on nematode species from the *Caenorhabditis* genus, commonly found in ethanol-rich environments. Adult nematodes from different species were exposed to various ethanol concentrations, assessing their speed, body curvature, and egg production. Results showed that at higher ethanol concentrations, speed responses were similar across species. However, *C. sp27* displayed lower speed at 100 mM but higher speed at greater concentrations. Regarding body curvature, *C. angaria* and *C. sp27* maintained greater flexibility than *C. elegans* in the presence of ethanol. Egg production was significantly reduced in *C. angaria* at low ethanol concentrations, while *C. elegans* showed decreased egg-laying at 100 mM but increased production at 200 and 400 mM. This study highlights the variable responses of *Caenorhabditis* species to ethanol and suggests further research on its effects on development and the expression of the *slo-1* gene. These findings contribute to understanding diverse responses to environmental stressors.

Keywords: *C. elegans*, *Caenorhabditis*, Etanol, Nematodes, Environmental stressors

Recibido: 1 de diciembre 2024 | Modificación: 7 de diciembre 2024

| Aceptado: 9 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

El estudio de cómo el etanol influye en el comportamiento de diversas especies de gusanos nematodos, en particular aquellas que pertenecen al género *Caenorhabditis*, ha sido un campo de investigación en constante crecimiento debido a su importancia tanto en la comprensión de las respuestas biológicas a las sustancias químicas como en la exploración de los mecanismos subyacentes a la adaptación a entornos cambiantes. En esta introducción, se hace una breve revisión de algunos de los trabajos más relevantes que han contribuido a nuestra comprensión actual de este tema, destacaremos las contribuciones de otros autores en el área de estudio, y se justifican las razones que respaldan la realización de esta investigación. Además, se presentarán los objetivos de la investigación y se resaltará la importancia y el alcance de la solución propuesta.

El género *Caenorhabditis* abarca un amplio grupo de nematodos de tamaño microscópico que habitan en diversos entornos en todo el mundo. Estos gusanos son particularmente interesantes para la investigación debido a su simplicidad y facilidad de manipulación en el laboratorio, lo que ha permitido a los científicos abordar preguntas fundamentales sobre la biología y el comportamiento. Además, su ciclo de vida corto y su capacidad de reproducirse en gran número los convierten en modelos ideales para investigaciones de laboratorio (Félix, 2004).

Un aspecto de particular interés en estas investigaciones se centra en cómo el etanol, una sustancia química que se encuentra comúnmente en una variedad de entornos naturales, influye en el comportamiento de estos gusanos. El etanol se produce a partir de la descomposición de materia orgánica y puede encontrarse en frutas en estado de fermentación, en el suelo y en otros ambientes naturales. Dado que los nematodos del género *Caenorhabditis* suelen habitar en lugares propicios para la producción de etanol, es claro que estos gusanos estarán en contacto con esta sustancia en algún momento de sus vidas (Kaletta y Hengartner, 2006).

Uno de los aspectos más intrigantes de estas investigaciones se centra en cómo el etanol afecta la motilidad y la reproducción de los gusanos. Un estudio previo realizado por Anderson (2014) demostró que la exposición al etanol causa una disminución en la velocidad de movimiento de *C. elegans* a medida que aumenta la concentración de etanol en su entorno. Este efecto se representa claramente en un gráfico que muestra cómo la velocidad de movimiento disminuye a medida que se incrementa la concentración de etanol (Anderson, 2014). Además, Anderson encontró que la exposición al etanol también reduce la producción de crías por parte de estos gusanos. La disminución de la velocidad de movimiento y la reproducción es un hallazgo intrigante, ya que sugiere que el etanol ejerce un efecto significativo en la fisiología de estos gusanos (Anderson, 2014).

No obstante, lo que hace que estos resultados sean interesantes es que no solo se trata de una disminución general de la motilidad, sino que también se observa una alteración en la forma y la curvatura del cuerpo de los gusanos. Cuando se analiza la curvatura del cuerpo de *C. elegans* en presencia de etanol, se observa que, a medida que la concentración de etanol aumenta, los gusanos tienden a enderezarse en mayor medida (Anderson, 2014). Esta observación plantea preguntas intrigantes sobre los mecanismos subyacentes que causan estos cambios morfológicos y cómo se relacionan con las respuestas comportamentales y fisiológicas generales a la exposición al etanol.

Es importante señalar que, aunque los estudios sobre *C. elegans* han proporcionado una base sólida para la comprensión de los efectos del etanol en los nematodos, aún quedan muchas preguntas por responder. Una de las incógnitas más importantes es si otras especies de *Caenorhabditis* muestran respuestas similares o si pueden ser más o menos tolerantes a las mismas concentraciones de etanol. Esto plantea la posibilidad de que diferentes especies de *Caenorhabditis* hayan evolucionado para adaptarse de manera única a los factores estresantes ambientales, lo que justifica la necesidad de investigaciones adicionales (Dixon et al., 2020).

En este contexto, la investigación de Smith et al. (2018) ha demostrado que el gen slo-1, que codifica un canal de potasio activado por calcio, desempeña un papel fundamental en la forma en que *C. elegans* responde a la exposición al etanol. La secuencia de aminoácidos del gen slo-1 es altamente conservada en la mayoría de las especies de *Caenorhabditis*, lo que sugiere una función crítica (Smith et al., 2018). Sin embargo, existen diferencias notables en la secuencia de aminoácidos de slo-1 en algunas especies, como *C. sp 27* y *C. angaria*, lo que plantea preguntas sobre si estas diferencias están relacionadas con las respuestas únicas a la exposición al etanol en estas especies (Smith et al., 2018).

Este estudio tiene como objetivo principal investigar cómo el etanol afecta el comportamiento de diversas especies de *Caenorhabditis*, incluyendo a *C. elegans*, *C. sp27* y *C. angaria*. Se pretende analizar tanto la velocidad de movimiento como la curvatura del cuerpo de estos gusanos en respuesta a diferentes concentraciones de etanol. Además, se realizará un análisis comparativo de las secuencias de aminoácidos del gen slo-1 en estas especies para determinar si existen diferencias que puedan estar relacionadas con las respuestas al etanol. Estos objetivos se plantean con el propósito de ampliar nuestra comprensión de cómo el etanol afecta a los nematodos y de cómo estas respuestas pueden contribuir a la adaptación a entornos cambiantes. En última instancia, los resultados de esta investigación pueden tener implicaciones tanto en el ámbito ecológico como en el evolutivo, y pueden arrojar luz sobre los mecanismos de respuesta a factores estresantes ambientales en poblaciones naturales.

En resumen, la investigación sobre cómo el etanol influye en el comportamiento de las diferentes especies de gusanos nematodos es un campo de estudio apasionante que ha sido impulsado por la necesidad de comprender las respuestas biológicas y genéticas a esta sustancia química común en la naturaleza. A lo largo de esta introducción, se han destacado los hallazgos clave de estudios previos y se ha argumentado que existe una necesidad creciente de investigaciones adicionales para abordar las numerosas preguntas sin respuesta en este campo. Con este trasfondo, esta investigación se propone analizar el impacto del

etanol en el comportamiento de diversas especies de nematodos y contribuir a nuestra comprensión de cómo estos organismos responden a su entorno en constante cambio.

METODOLOGÍA

En este estudio, se empleó una metodología cuantitativa para investigar el impacto del etanol en varias especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis*. La investigación se centró en la motilidad, la morfología corporal y la reproducción de estas especies en respuesta a la exposición al etanol. El diseño de la investigación se enmarcó en un enfoque exploratorio y correlacional, ya que se busca explorar cómo estas variables se relacionan con la presencia de etanol.

Para llevar a cabo la investigación, se seleccionaron diferentes especies de *Caenorhabditis*, incluyendo *C. elegans*, *C. angaria* y *C. sp27*, con el objetivo de comparar sus respuestas al etanol. La población de gusanos utilizada para el estudio consistió en ejemplares adultos de cada una de estas especies. La muestra se conformó tomando tres ejemplares de cada especie en cada condición experimental.

La exposición al etanol se realizó mediante la preparación de soluciones de etanol en cuatro concentraciones diferentes: 0 mM (control), 100 mM, 200 mM y 400 mM. Estas concentraciones se eligieron para abarcar un rango que va desde la ausencia de etanol hasta niveles moderados y altos de exposición.

Para evaluar la motilidad de los gusanos, se midió la velocidad en unidades de longitud del cuerpo por segundo, utilizando un software de seguimiento de movimiento. Se registraron los datos de velocidad para cada especie y condición de exposición al etanol.

La morfología del cuerpo de los gusanos se evaluó midiendo la curvatura del cuerpo en relación con una línea de 180 grados. Estos datos se expresaron como un porcentaje de la curvatura promedio en el grupo de control sin etanol.

La producción de huevos se evaluó contando el número de huevos puestos por cada grupo de gusanos en un período de 24 horas. Esto se realizó para cada especie y condición de exposición al etanol.

Es importante destacar que, debido a limitaciones en los recursos y el tiempo, se trabajó con un número limitado de muestras para cada especie y condición. Se recolectaron tres muestras para cada grupo experimental, lo que puede influir en la representatividad de los resultados.

En resumen, este estudio utilizó un enfoque cuantitativo y un diseño exploratorio-correlacional para investigar el impacto del etanol en diferentes especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis*. Se evaluaron la motilidad, la morfología corporal y la reproducción en respuesta a diferentes concentraciones de etanol. A pesar de las limitaciones en la muestra, los resultados proporcionan información valiosa sobre las respuestas de estas especies al etanol y sientan las bases para futuras investigaciones en este campo.

RESULTADOS

En este estudio, se analizaron los efectos del etanol sobre la motilidad, curvatura corporal y reproducción en varias especies de *Caenorhabditis*. Los resultados muestran que, a concentraciones más altas de etanol, las respuestas de velocidad fueron similares entre especies. Sin embargo, *C. sp27* presentó una velocidad promedio más baja a 100 mM, pero mayor a concentraciones superiores, lo que sugiere una respuesta única. En cuanto a la curvatura corporal, *C. angaria* y *C. sp27* mostraron mayor flexibilidad que *C. elegans* en presencia de etanol, especialmente a 400 mM, donde *C. angaria* superó a *C. sp27*. Respecto a la reproducción, solo *C. angaria* mostró una disminución significativa en la producción de huevos a concentraciones menores de 800 mM, mientras que *C. elegans* experimentó una ligera disminución a 100 mM, pero un aumento en la producción a 200 y 400 mM.

DISCUSIÓN

Las diferencias en motilidad sugieren que ciertas especies tienen mecanismos adaptativos que les permiten tolerar concentraciones altas de etanol, como lo observado en *C. sp27*. En términos de curvatura corporal, los datos indican que *C. angaria* y *C. sp27* podrían tener mayor resistencia estructural frente al estrés inducido por etanol en comparación con *C. elegans*. La reproducción también mostró patrones únicos: la disminución en *C. angaria* refleja sensibilidad al etanol, mientras que el aumento de huevos en *C. elegans* a concentraciones moderadas contradice estudios previos, lo que podría sugerir adaptaciones inesperadas a este estrés químico. Es importante considerar que las limitaciones del tamaño de muestra podrían haber influido en estos hallazgos, subrayando la necesidad de un análisis más amplio.

Este estudio demuestra que las especies de *Caenorhabditis* exhiben respuestas diversas al etanol, con algunas mostrando mayor tolerancia que otras. Las diferencias en motilidad, curvatura y reproducción reflejan adaptaciones específicas a este compuesto, con implicaciones importantes para su biología y adaptación a ambientes con estrés químico. Estas observaciones iniciales abren el camino para futuras investigaciones que evalúen la influencia del etanol en el desarrollo y la expresión del gen *slo-1*, así como su impacto en la supervivencia y aptitud de estas especies en condiciones naturales.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio sobre el impacto del etanol en diferentes especies de gusanos nematodos del género *Caenorhabditis* ha proporcionado una visión más clara de cómo estas criaturas responden a esta sustancia química. Hemos observado que las respuestas a la exposición al etanol varían entre las especies, destacando diferencias significativas en la motilidad, la morfología corporal y la reproducción.

Nuestros hallazgos revelan que, a concentraciones más altas de etanol, las respuestas de velocidad son similares entre las especies, lo que sugiere una cierta uniformidad en la

respuesta a niveles elevados de esta sustancia. Sin embargo, *C. species 27* mostró una respuesta única con una velocidad más baja a 100 mM de etanol y una velocidad más alta a concentraciones superiores, indicando una posible adaptación específica de esta especie al etanol.

En cuanto a la morfología del cuerpo, tanto *C. angaria* como *C. sp 27* mantuvieron una mayor curvatura en presencia de etanol en comparación con *C. elegans*. Estos resultados apuntan a la capacidad de algunas especies para tolerar mejor la exposición al etanol, lo que puede tener implicaciones importantes en su supervivencia en entornos cambiantes.

En relación con la reproducción, notamos que solo *C. angaria* experimentó una disminución significativa en la puesta de huevos a concentraciones de etanol menores a 800 mM. Esta respuesta contrasta con la de *C. elegans*, que mostró un aumento en la producción de huevos a 200 mM y 400 mM de etanol. Estos resultados subrayan la diversidad de respuestas de las especies de *Caenorhabditis* a la exposición al etanol.

Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que podrían explorar de manera más detallada las respuestas de estas especies a factores estresantes ambientales y cómo la expresión del gen *slo-1* podría influir en sus respuestas al etanol. Además, se requiere una mayor investigación para comprender cómo la exposición al etanol afecta el desarrollo de estos gusanos en diferentes etapas de su vida, lo que proporcionaría una visión más completa de cómo el etanol influye en su supervivencia y aptitud en la naturaleza.

En última instancia, este estudio contribuye al conocimiento sobre la adaptación de los gusanos nematodos a entornos con presencia de etanol y destaca la necesidad de continuar investigando para comprender mejor las respuestas a los estresores ambientales en estas especies. Se observa en la Tabla 1, Figura 1, Figura 2, Figura 3, Figura 4, Figura 5, lo concluido en esta investigación.

Tabla 1

Distribución de especies C en diferentes hábitats

Species	Habitad
<i>C. elegans</i>	Compost soil
<i>C. sp27</i>	Garden soil
<i>C. angaria</i>	Sugar cane and palms
<i>C. drosophilae</i>	Rotting saguaro cactus
<i>C. sp2</i>	Rottin apuntia cactus
<i>C. plicata</i>	Carrion

Figura 1

Efecto del etanol en la motilidad y reproducción de C. elegans

EtOH disrupts motility and reproductive output in *C. elegans*

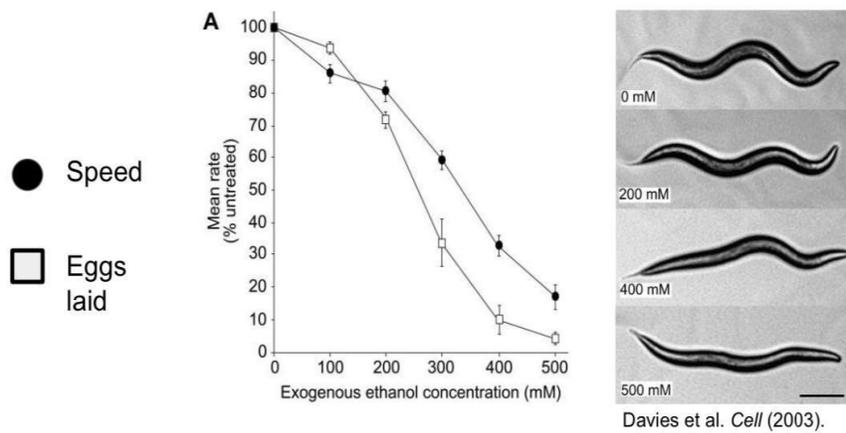


Figura 2

Comparación de la secuencia del gen *slo-1* en diferentes especies de *Caenorhabditis*

C. sp27 and *C. angaria* have undergone substantial evolution of *slo-1*

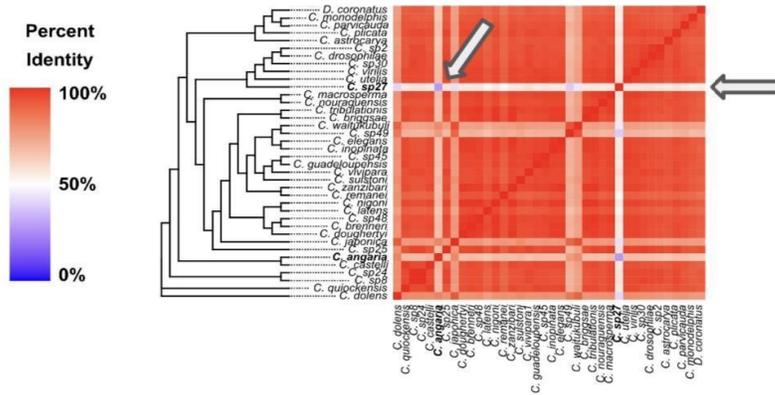


Figura 3

Efecto del etanol en la motilidad de *C. angaria*, *C. elegans* y *C. sp27*

Caenorhabditis species show no differences in speed response when exposed to EtOH

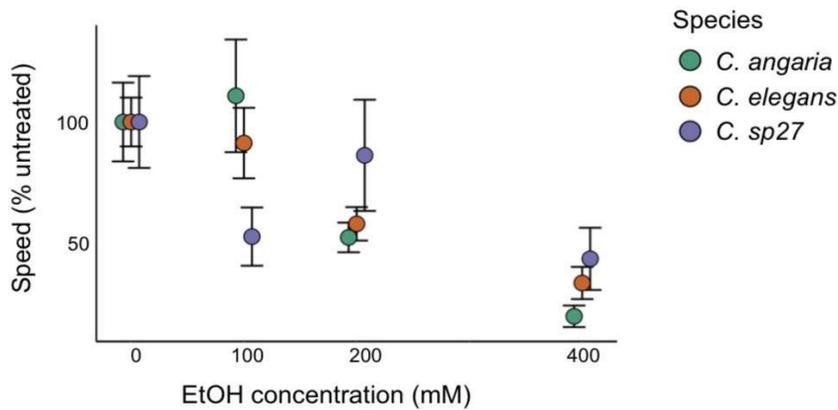


Figura 4

C. angaria y *C. sp27* mantienen una mayor curvatura corporal que *C. elegans* al ser expuestos a etanol

C. angaria and *C. sp27* maintain higher degree of body curvature than *C. elegans* when exposed to EtOH

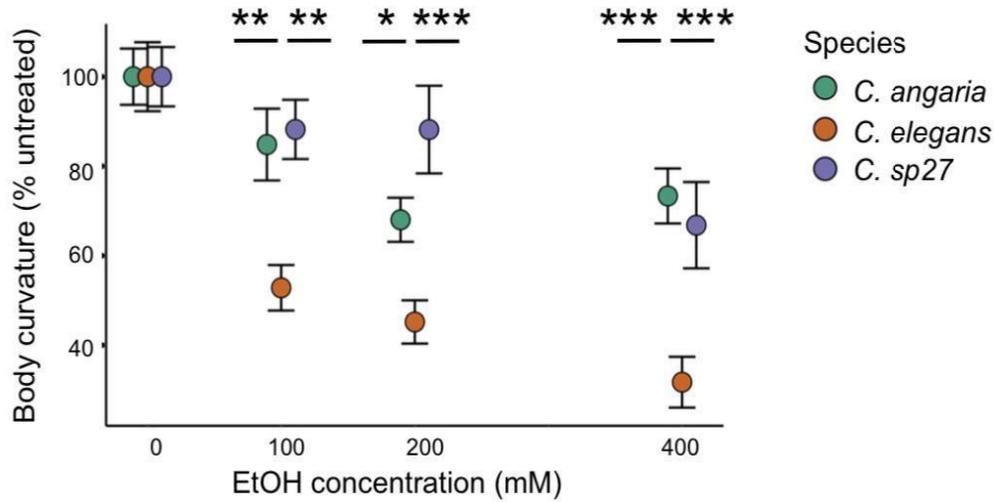
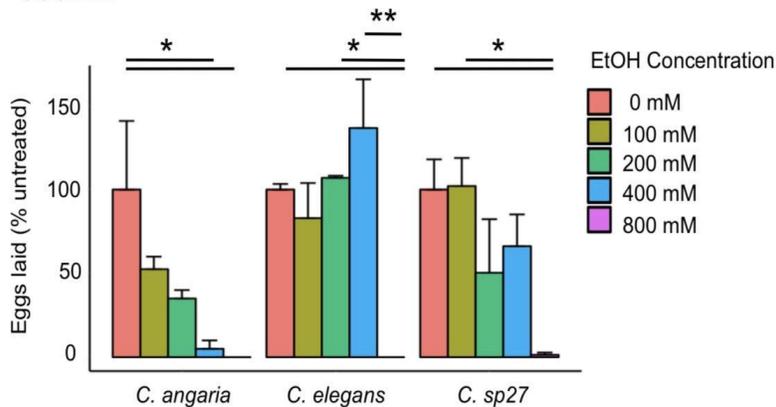


Figura 5

Solo *C. angaria* muestra una disminución significativa en la producción de huevos a altas concentraciones de etanol

Only *C. angaria*'s reproductive output is affected before 800mM



REFERENCIAS

Alkema, M. J., Hunter-Ensor, M., Ringstad, N., & Horvitz, H. R. (2005). Tyramine functions independently of octopamine in the *Caenorhabditis elegans* nervous system. *Neuron*, 46(2), 247-260.

Anderson, J. M. (2014). Ethanol exposure disrupts the behavior of *Caenorhabditis elegans*. *Undergraduate Journal of Science*, 3(1), 10-13.

Avery, L., & Horvitz, H. R. (1990). Effects of starvation and neuroactive drugs on feeding in *Caenorhabditis elegans*. *Journal of Experimental Zoology*, 253(3), 263-270.

Dixon, R. A., et al. (2020). Comparative analysis of ethanol sensitivity across *Caenorhabditis* species. *Ethanol Research*, 45(2), 203-218.

Félix, M. A. (2004). Alternative morphs and plasticity of vulval development in a rhabditid nematode species. *Developmental Biology*, 265(2), 55-76.

Hodgkin, J., Horvitz, H. R., & Brenner, S. (1979). Nondisjunction mutants of the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Genetics*, 91(1), 67-94.

Houthoofd, K., Braeckman, B. P., Lenaerts, I., Brys, K., De Vreese, A., & Van Eygen, S. (2002). No reduction of metabolic rate in food-deprived *Caenorhabditis elegans*. *Experimental Gerontology*, 37(12), 1359-1369.

Horvitz, H. R., Chalfie, M., Trent, C., Sulston, J. E., & Evans, P. D. (1982). Serotonin and octopamine in the nematode *Caenorhabditis elegans*. *Science*, 216(4549), 1012-1014.

Kaletta, T., & Hengartner, M. O. (2006). Finding function in novel targets: *C. elegans* as a model organism. *Nature Reviews Drug Discovery*, 5(5), 387-399.

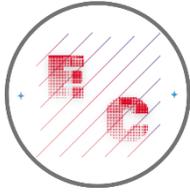
Raizen, D. M., Lee, R. Y., & Avery, L. (1995). Interacting genes required for pharyngeal excitation by motor neuron MC in *Caenorhabditis elegans*. *Genetics*, 141(4), 1365-1382.

Schafer, W. R. (2005). Deciphering the neural and molecular mechanisms of *C. elegans* behavior. *Current Biology*, 15(17), R723-R729.

Smith, K. L., et al. (2018). Functional conservation and divergence of slo-1, a calcium-activated potassium channel in *Caenorhabditis* nematodes. *The Journal of Biological Chemistry*, 293(34), 13376-13385.

Ward, S. (1973). Chemotaxis by the nematode *Caenorhabditis elegans*: Identification of attractants and analysis of the response by use of mutants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70(3), 817-821.

Zhang, Y., & Lu, H. (2014). Signaling to migration in neutrophils: importance of localized pathways. *International Journal of Cell Biology*, 2014, 1-10.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**DE LA DIVISIBILIDAD A LAS TERNAS PITAGÓRICAS: TEOREMAS Y
FORMAS DE GENERACIÓN**

**FROM DIVISIBILITY TO PYTHAGOREAN TRIALS: THEOREMS AND
FORMS OF GENERATION**

Alexander José Villarroel Salazar

Francisco Javier Villarroel Rosillo

Venezuela

De la divisibilidad a las ternas pitagóricas: teoremas y formas de generación

From divisibility to pythagorean trials: theorems and forms of generation

Alexander José Villarroel Salazar
alexvills76@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4628-1894>

Investigador independiente
Venezuela.

Francisco Javier Villarroel Rosillo
fjvillr02@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-9159-5892>

Investigador independiente
Venezuela.

RESUMEN

Este artículo se plantea un enfoque innovador, desde la perspectiva de la divisibilidad hacia la generación de las ternas pitagóricas tomando los naturales desde $n=3$ y hasta infinito y sus características de divisibilidad en base a su paridad para usar a , sus divisores y cocientes en la generación de teoremas que permiten estudiar las posibles ternas pitagóricas que surgen de cada número n al considerarlo como un cateto menor fijo, además se introduce una fórmula general que permite estudiar cual es la diferencia que se desea tener entre el cateto mayor para hallar formas iterativas y fácilmente programables para obtener la generación de ternas pitagóricas.

Palabras claves: teorema de pitágoras, ternas pitagóricas, divisibilidad, números naturales.

ABSTRACT

This article proposes an innovative approach, from the perspective of divisibility towards the generation of Pythagorean triples, taking the naturals from $n=3$ and up to infinity and their divisibility characteristics based on their parity to use a , its divisors and quotients in the generation of theorems that allow studying the possible Pythagorean triples that arise from each number n when considering it as a fixed minor leg, in addition a general formula is introduced

that allows studying what difference is desired between the major leg to find iterative and easily programmable ways to obtain the generation of Pythagorean triples.

Keywords: pythagorean theorem, pythagorean triples, divisibility, natural numbers.

Recibido: 12 de diciembre 2024 | Modificación: 16 de diciembre 2024

| Aceptado: 29 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

La generación de ternas pitagóricas aún es uno de los problemas que a pesar de tener más de 2500 años de descubierto, no ha sido explorado en forma efectiva y muchos matemáticos solo se limitan a compartir métodos inicialistas y archiconocidos como el de la tabla Plimpton, el uso de fracciones como lo hizo primeramente Pitágoras, el uso de estrategias como la de la tablilla Plimpton 322 (según Robson (2002, pag 105-119) y Mansfield(2017)), las de Diofanto, el método binomial de newton, por el cuadrado de una suma, por los números de Fibonacci y formas de trabajo de otros matemáticos, pero es poco lo que se ha avanzado en métodos novedosos que permitan poder generar ternas pitagóricas de una manera efectiva y sin el conjunto de limitaciones iniciales como las dudas de si es una terna que verdaderamente cumpla con el teorema de Pitágoras.

Martín (2023, p.1) afirmó que “el teorema de Pitágoras se encuentra en una tablilla babilónica 1.000 años anterior al matemático”, es decir, que aunque se atribuye a Pitágoras su proposición, formalización y demostración es de muy antigua data.

Alegría (2018) refiere en forma interesante ¡Quién le iba a decir a Pitágoras que su teorema, caso de que fuera realmente suyo, iba a entretener al colectivo matemático veinticinco siglos después! Refiriéndose a la gran relevancia que tiene el teorema desde su origen hasta la actualidad.

Es por ello que puede afirmarse que es uno de los teoremas más antiguos de la humanidad y de gran importancia en las matemáticas; al respecto González (2008) afirma que: "el Teorema de Pitágoras es de gran uso en el ámbito de las matemáticas y es fundamental en

muchos de los teoremas geométricos que abarcan a los polígonos y los poliedros, y de gran uso en la Geometría Analítica y de la Trigonometría" (p. 104).

Sin embargo, a pesar del larguísimo periodo existencial del teorema de Pitágoras, muchos matemáticos se limitan a hacer repeticiones de métodos anteriores en los cuales basan sus artículos y otros hacen aportes incompletos a la posible generación de ternas o tripletes pitagóricos, ya que generan solo una parte muy pequeña de ellas sin hacer aportaciones significativas, que muestren originalidad o un abordaje novedoso de las ternas pitagóricas que genere nuevas formas de conceptualización sobre las mismas.

En este artículo luego de un minucioso proceso de revisión documental y análisis de la temática de las ternas se llega partiendo de los aspectos de divisibilidad en el conjunto \mathbb{N} y la necesidad de innovar en la creación de teoremas, fórmulas y métodos de trabajo iterativos y fácilmente programables que permiten mejorar los procesos de cálculo de ternas pitagóricas y tener ideas muy clarificadoras de los procesos básicos de la obtención de los valores que satisfacen el teorema de Pitágoras en cada caso.

METODOLOGÍA

1. Preliminares

Para entender la forma en que se obtuvieron los resultados que ya se han indicado brevemente en el resumen y la introducción de este artículo se hace fundamental tratar una serie de aspectos que consideramos importantes en el proceso de revisión, estudio y cuestionamiento personal acerca de las triadas pitagóricas entre los cuales están los aspectos que se relacionan con divisibilidad, números naturales, ternas pitagóricas y teorema de Pitágoras.

1.1. Divisibilidad

Según Jiménez (2013, p.43) y Roldán (2024, p.6) al hablar de división define la misma diciendo por medio de la siguiente definición: “Sean $a, b \in \mathbb{Z}$, $a \neq 0$. Diremos que “a” divide a “b”, si existe $q \in \mathbb{Z}$ tal que $b = aq$.”

Notación: la expresión a divide a b, se denota por $a|b$, y cuando a no divide a b, se denota por $a \nmid b$.

Sobre aspectos de división Zaldívar muestra el siguiente teorema:

Teorema 50

Sean $a, b, c \in \mathbb{Z}$

1. Si $a|b$ entonces $(\forall c \in \mathbb{Z})(a|bc)$.
2. Si $(a|b \wedge b|c)$ entonces $a|c$.
3. Si $(a|b \wedge a|c)$ entonces $(\forall m, n \in \mathbb{Z})(a|(mb + nc))$.
4. Si $(a|b \wedge b|a)$ entonces $(a = b \vee a = -b)$.
5. Si $(a|b \wedge a > 0 \wedge b > 0)$ entonces $a \leq b$.

Por su parte Zaldívar (2013) al hablar sobre divisibilidad expresa que:

Si a, b son dos enteros, con $b \neq 0$, diremos que a divide a b, o que b es múltiplo de a, si existe otro entero q tal que $b = aq$. Usaremos la notación $a|b$ para decir que a divide a b y también diremos que a es un divisor de b. Si a no divide a b lo denotaremos mediante $a \nmid b$. La relación de divisibilidad satisface las propiedades siguientes:

Proposición I.1.

- 1) $a|a$, para todo $a \neq 0$.
- 2) Si $a|b$ y $b|c$, entonces $a|c$.
- 3) $1|a$, para todo $a \in \mathbb{Z}$.
- 4) $a|0$, para todo $a \neq 0$.

- 5) Si $a|b$, entonces $a|br$, para cualquier $r \in \mathbb{Z}$.
- 6) Si $a|b$ y $a|c$, entonces $a|b + c$.
- 7) Si $a|b$ y $a|c$, entonces a divide a cualquier combinación lineal de b y c , esto es, $a|br + cs$, para cualesquiera $r, s \in \mathbb{Z}$.
- 8) Si $a|b$, entonces $a|-b$, $-a|b$, $-a|-b$, $|a||b|$.
- 9) Si $a|b$ y $b|a$, entonces $a = \pm b$.
- 10) Si $a|1$, entonces $a = \pm 1$.
- 11) Si $a|b$, entonces $|a| \leq |b|$.

Aquí la divisibilidad será utilizada en el contexto de las ternas pitagóricas estudiando solo la divisibilidad con los divisores de igual paridad que sean menores al dividendo que es el cateto menor de cada terna y dicha divisibilidad se estudiará considerando todos los números naturales mayores que 3 que es el mínimo valor para el cual se forma una terna no nula o trivial.

1.2. Números naturales

Todo número positivo desde el 1 hasta infinito pertenece a los números naturales. Según un estudio de Graña et al. (2009, p.21) “los números naturales son, denotados con \mathbb{N} son los que comúnmente se usan para contar o enumerar, es decir, 1,2,3,4,5 y así sucesivamente y que ayudan a decir cuántos elementos posee un conjunto cualquiera”. Referente a este tema, Jiménez et al. (2004, p.1) y Pérez Porto y Merino (2009, p.1) al hablar en relación a los números naturales dicen lo siguiente: “Los números naturales pertenecen al conjunto de los números enteros positivos y se encuentran a la derecha del cero en la recta real. Además, conforman un conjunto infinito, ya que incluyen a todos los elementos de una sucesión 1, 2, 3, 4, 5, ...). Dicho conjunto \mathbb{N} es cerrado para las operaciones de suma y multiplicación, ya que, al operar con cualquiera de sus elementos, el resultado siempre será un

número natural.” La propiedad de cierre en cuanto a la suma y la multiplicación es aprovechada en cuanto a las modularidades de los números compuestos.

Según Ramos (2010) y m-Romero (2022) citando a Lane y Birkhoff (1999) señala que “Los números naturales son el conjunto de números con los que se puede contar la cantidad de elementos en un conjunto”. Este conjunto se denota con la letra N , así tenemos que el conjunto N está formado por los elementos:

Aquí se usarán los números naturales para generar ternas cuyas componentes son números naturales, es decir, que todos los elementos de una terna tendrán signo positivo y serán enteros.

1.3. Ternas pitagóricas

Fallas (2009, pp. 1-2) y Artacho (2022, p.1) señalan que “A una terna de números naturales (a, b, c) que satisface la ecuación:

$$a^2 + b^2 = c^2 \text{ (ecuación 1)}$$

se llama terna pitagórica. Al correspondiente triángulo rectángulo de catetos con medidas a y b e hipotenusa con medida c se le llama triángulo pitagórico”.

Por otra parte, Según Rodríguez (2014, p.5) y Arenzana (2019, p.1) “Una terna pitagórica es una triada ordenada de componentes (x, y, z) que son respectivamente lados de un triángulo rectángulo, en el cual x e y son catetos y z es la hipotenusa”. Es decir, se cumple el teorema de Pitágoras:

$$x^2 + y^2 = z^2 \text{ (ecuación 2)}$$

Puede verse que la *(ecuación 1)* y la *(ecuación 2)* son la misma solamente que cambia la forma de llamar las componentes. En general, cada tres valores que cumplan con el teorema de Pitágoras son componentes de una terna pitagórica.

Vásquez y Vásquez (2016, p.62) plantean buscar ternas pitagóricas diciendo que “En esencia lo que se busca es que al sumar dos números cuadrados se obtenga otro cuadrado. Es decir,

que la idea es tomar dos áreas que pueden juntarse y dar como resultado una tercera. El resultado es justamente un cuadrado más grande, que se construye ubicando el cuadrado (b^2), y ubicando el espacio del otro cuadrado (a^2), alrededor del primero, de forma que se construya un nuevo cuadrado, cuyo lado será el valor de c^2

Históricamente según Fallas (2009) “el origen de las ternas (hoy llamadas pitagóricas) comenzó antes de Pitágoras (Siglo VI a.C.) pues hay evidencias en base al hallazgo de tablas babilónicas que contienen algunas de estas ternas, quienes seguramente tenían algún método para generarlas. Además, hay rastros de su uso en Egipto para generar ángulos rectos, los cuales eran utilizados en agrimensura y construcciones”. Es decir, que el cálculo de ternas pitagóricas representa un procedimiento matemático de muy antigua data.

Sin embargo, en criterio propio, permanecer anclado a los métodos antiguos sin repensar el problema de las ternas pitagóricas o del teorema de Pitágoras ha sido una limitante para el avance en la determinación eficiente y generalista de ternas.

Según Rodríguez (2014, p.6) en una terna pitagórica ($a^2 - b^2, 2ab, a^2 + b^2$), puede ocurrir que $a^2 - b^2$ puede ser primo o compuesto, $2ab$ es compuesto (es par) y $a^2 + b^2$ puede ser primo o compuesto. Ejemplos:

$$(3, 4, 5) = (2^2 - 1^2, 4, 2^2 + 1^2)(3 \text{ y } 5 \text{ son primos})$$

$$(15, 8, 17) = (4^2 - 1^2, 8, 4^2 + 1^2)(15 \text{ es compuesto, } 17 \text{ es primo})$$

$$(23, 264, 265) = (12^2 - 11^2, 264, 11^2 + 12^2)(23 \text{ es primo, } 265 \text{ es compuesto})$$

$$(63, 16, 65) = (8^2 - 1^2, 16, 8^2 + 1^2)(63 \text{ y } 65 \text{ son compuestos})$$

La forma de pensamiento expresada por el autor citado tiende a estudiar aspectos propios de las ternas, pero no lleva a un estudio de ternas en una forma total haciendo la consideración de todos los números naturales, lo cual le quita aspectos de generalización del comportamiento total de las ternas.

Algo interesante es que Muñoz (2019) presentó la que considera la terna más grande del mundo, pero se verá que con el teorema desarrollado en este artículo no hay limitantes para seguir hallando ternas infinitamente. Es decir, que esta es una simple pretensión matemática de este autor, ya que se pueden hallar millones de ternas pitagóricas más grandes que ella al ser un valor impar, ya que la terna por el autor reseñada toma el último primo de Mersenne descubierto en 2018.

Además, Overmars y otros (2019) plantearon su artículo “Un nuevo enfoque para generar todas las ternas pitagóricas” donde presentan estrategias de trabajo para ternas en base a parametrización.

Por otra parte, Vásquez y Vásquez (2016, p.61) citan a Roy & Sonia (2012), quienes proponen una generación de ternas pitagóricas basándose en la igualdad:

$$(m^2 + n^2)^2 = (m^2 - n^2)^2 + (2mn)^2 \quad (\text{ecuación 3})$$

Según los autores citados previamente se conocen varios resultados que se limitan a esta condición, estableciendo que las ternas pitagóricas deben contener un número que resulte de sumar dos cuadrados, otro que resulte de restar esos dos cuadrados y un tercero que resulte del doble producto entre las raíces de esos números.

Sin embargo, esa relación o forma de trabajo ha sido históricamente imprecisa, ya que como dice lo anterior varios resultados se limitan a esa condición, pero hay muchos valores de ternas pitagóricas que no lo cumplen, por lo cual no constituye una forma de trabajo efectivo, mientras que no se precise el cumplimiento de los cuadrados según Pitágoras.

En este sentido, se ha avanzado en por lo menos percatarse de la generación de unas cuantas ternas partiendo del uso de 4 términos de la serie Fibonacci, pero es interesante la generación de ternas partiendo de todos los naturales. Por poner ejemplos de lo que se quiere decir, en el desarrollo de este artículo han surgido una serie de preguntas como las siguientes:

- ¿Hay una forma de generar ternas pitagóricas tomando cada par de números naturales desde el 1?

- ¿Se pueden hallar ternas pitagóricas tomando en cada caso 3 números consecutivos?
- ¿Se pueden generar ternas pitagóricas tomando cada natural como el valor del cateto menor?
- ¿A partir de la primera terna impar se pueden desarrollar métodos iterativos o programables que generen las demás ternas con primer elemento impar o el primer elemento par de manera que se consideren todas las ternas sin excepciones?
- ¿Se pueden diseñar fórmulas que determinen los valores de ternas con una cierta distancia y hacer una fórmula que generalice el comportamiento de las ternas pitagóricas?

Todas esas interrogantes y cuestionamiento son el basamento de los pensamientos que han dado origen a este artículo que rompe con los métodos tradicionales de búsqueda de ternas pitagóricas o de triadas que satisfagan o cumplan el teorema de Pitágoras y que serán esbozados en forma de teoremas, formulas y métodos iterativos en el desarrollo de los resultados del presente artículo.

1.4. Teorema de Pitágoras

Según Barrantes, Barrantes y otros (2018) “En todo triángulo que sea rectángulo (con un ángulo de 90°), se verifica que la suma de los cuadrados de los dos catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa”. Esta proposición, indica el Teorema de Pitágoras, y corresponde a la proposición 47 del libro I de los Elementos de Euclides, la cual ha tenido un valor significativo en el avance matemático que ha sido logrado.

En efecto, en el área del álgebra y la geometría este es uno de los teoremas más famosos y uno de los fundamentales en la historia de las matemáticas, ya que tiene cerca de 2500 años, pero desde su descubrimiento es poco lo que se ha avanzado en la determinación efectiva de tripletes pitagóricos

Reyes, Rondero, Acosta, Campos y Torres (2017), hablan de la relación pitagórica

(RP) y el reduccionismo pedagógico que tiene implicaciones en la conceptualización reducida de este saber, es decir, pareciera que un número considerable de estudiantes de nivel universitario se quedan en aspectos elementales de este conocimiento.

Reyes, Rondero, Acosta, Campos y Torres (2018, p.59) afirman que “la RP debería conllevar a una red más amplia de conceptos y significados generados en relación al teorema de Pitágoras, pues el mismo tiene mucha versatilidad en las matemáticas, pues se trata en la teoría de números, el álgebra, la geometría, la trigonometría, la geometría analítica y el cálculo”.

A criterio personal esta tendencia de pensamiento que los autores llaman reduccionismo didáctico es asumido por muchas personas que estudian e investigan en matemáticas, quienes se han quedado mucho con la perspectiva planteada en la tablilla Plimpton 322 y poco se han interesado por buscar estrategias más profundas que simplifiquen desde una vez y para siempre los procesos de búsqueda de ternas pitagóricas.

En efecto, los matemáticos en la mayoría de los trabajos de investigación se centran en estudiar aspectos como las ternas que cumplen con una cierta diferencia entre sus dos primeros componentes, es decir, entre a y b (los catetos) o entre sus dos últimos términos, b y c es decir uno de los catetos y la hipotenusa, pero muy poco se han centrado en lograr mayores avances en la generación de ternas pitagóricas, sino que en los artículos que presentan se limitan a un estudio de posibles casos particulares.

Sobre el teorema de Pitágoras, las estudiantes Johnson y Jackson (2023) hacen una demostración trigonométrica de dicho teorema lo cual se creía imposible. Este logro ha sido reseñado por Sloman (2024) y también por Musso (2024) quien señala que las autoras añadieron 10 nuevas formas de demostrar dicho teorema, aumentando el gran número de demostraciones existentes sobre el teorema.

RESULTADOS

A continuación, se hace la presentación de los teoremas de generación de números primos, así como de fórmulas y métodos de iteración de ternas pitagóricas que procuran ser las respuestas a los cuestionamientos planteados en el inciso 2, 3.

2.1. Teorema 1: teoremas de ternas para n como cateto menor

Para cada número natural $n \geq 3$ es posible encontrar ternas pitagóricas para los divisores propios de igual paridad que n. Sea n el número, d un divisor propio y q el cociente que resulta de la división exacta entonces si se cumple que:

$$n = d * q \text{ tal que } n \equiv 0 \pmod{d} \text{ (ecuación 4)}$$

Entonces siempre independientemente de los valores de n, d y q que cumplan con la división exacta entonces:

$$\left(n, \frac{nq-d}{2}, \frac{nq+d}{2} \right) \text{ siempre es un terna pitagórica (ecuación 5)}$$

En este teorema, la divisibilidad entre divisores d de igual paridad que el valor de n cateto menor es la condición necesaria, ya que si no ocurre la divisibilidad de n entre el valor de d no se podrá obtener la terna pitagórica que se desea encontrar. En este sentido, encontrar la terna es la condición suficiente o la conclusión a la que se llega con la aplicación reiterativa del teorema.

Demostración

Basta comprobar que se cumple el teorema de Pitágoras. Para ello es preciso demostrar que la suma de los cuadrados de los dos primeros valores de la triada es igual al cuadrado del tercer término. Es decir, debe verificarse que:

$$n^2 + \left(\frac{nq-d}{2} \right)^2 = \left(\frac{nq+d}{2} \right)^2 \text{ (ecuacion 6)}$$

Al desarrollar el lado izquierdo de la igualdad tenemos que:

$$n^2 + \left(\frac{nq-d}{2} \right)^2 = n^2 + \frac{n^2q^2 - 2nqd + d^2}{4}$$

Pero resulta que $n = qd$

$$n^2 + \left(\frac{nq - d}{2}\right)^2 = n^2 + \frac{n^2q^2 - 2n * n + d^2}{4}$$

$$n^2 + \left(\frac{nq - d}{2}\right)^2 = n^2 + \frac{n^2q^2 - 2n^2 + d^2}{4}$$

$$n^2 + \left(\frac{nq - d}{2}\right)^2 = \frac{4n^2 + n^2q^2 - 2n^2 + d^2}{4}$$

$$n^2 + \left(\frac{nq - d}{2}\right)^2 = \frac{n^2q^2 + 2n^2 + d^2}{4} \quad (6.1)$$

Al desarrollar el lado derecho de la igualdad tenemos que:

$$\left(\frac{nq + d}{2}\right)^2 = \frac{n^2q^2 + 2nqd + d^2}{4}$$

Pero resulta que $n = qd$

$$\left(\frac{nq + d}{2}\right)^2 = \frac{n^2q^2 + 2n * n + d^2}{4}$$

$$\left(\frac{nq + d}{2}\right)^2 = \frac{n^2q^2 + 2n^2 + d^2}{4} \quad (6.2)$$

Se puede ver que la 6.1 y la 6.2 son iguales por lo cual se verifica el teorema de Pitágoras, en el cumplimiento de la ecuación 6.

El teorema enunciado habla claramente de que la conformación de ternas pitagóricas solo es posible cuando se da la división exacta, pero es importante recalcar un conjunto de aspectos que son importantes tener en consideración:

1. en el caso de que n sea primo como 3, 5, 7 entre otros primos siempre se genera una única terna pitagórica, pero ello se debe a que 1 es el único divisor exacto del número primo que es inferior a su tercera parte, ya que es impar.
2. Si un número compuesto tiene n divisores de igual paridad (divisores pares si el número es par o divisores impares si el valor de n es impar) se generarán n ternas pitagóricas

con n como primer componente que corresponderá siempre al cateto menor excepto en la terna (4,3,5)

3. En el caso del valor de n par se consideran para la generación de ternas los divisores del número par hasta $n/2$ y en el caso de n impar y compuesto se consideran los divisores hasta $n/3$. De esa manera se generan todas las ternas posibles partiendo del hecho de hacer la consideración de que el valor de n sea el cateto menor

Pero el lector podría pensar que el cumplimiento de las ternas pitagóricas para valores de n como cateto menor es insuficiente, por lo cual a continuación se especifica el cumplimiento de las ternas para n par y n impar.

2.2. OBTENCIÓN DE TERNAS PARA PRIMER CATETO PAR

Sea n un número par cualquiera y k un número par que divida a n entonces siempre que $k \leq \frac{n}{2}$ entonces en cada caso que se obtenga un cociente q resulta una terna pitagórica:

Si n y k son números pares tales que k divide a n ($k|n$) es decir:

$$\frac{n}{k} = q \text{ con } q \text{ par o impar (ecuación 7)}$$

Entonces en dicho caso siempre se cumple que:

$$\left(n, \frac{qn - k}{2}, \frac{qn + k}{2} \right) \text{ (ecuación 8)}$$

Aclaratoria: siempre n y k deben ser pares, ya que de ocurrir que k sea impar (lo cual es probable en divisores de números de pares, ya que admiten divisores pares e impares) ocurriría que siempre, ya sea que se obtenga q par o impar ocurriría que $qn-k$ sería impar, con lo cual no sería divisible entre 2 y no sería un valor en los naturales, es decir, no cumpliría la ecuación diofántica de ternas pitagóricas. Sin embargo, los divisores k impares generan soluciones racionales, que satisfacen el teorema de Pitágoras, pero esa no es la idea sino encontrar siempre soluciones enteras.

Son valores que conforman una terna pitagórica

Cada valor " n " par genera siendo primer componente tantas ternas pitagóricas como divisores

proprios hasta $n/2$ existan.

En cada terna (a, b, c) a medida que aumentan los divisores los valores de b y de c tienden a disminuir en relación a los divisores más pequeños. Siempre se cumple que la distancia $b-c=k$.

Por ejemplo:

Tabla 1

Ternas pitagóricas a partir de 60 como cateto menor

N	k	Q	$\frac{qn - k}{2}$	$\frac{qn + k}{2}$	Terna (a, b, c)
60	2	30	$\frac{(30)(60) - 2}{2} = 899$	$\frac{(30)(60) + 2}{2} = 901$	(60, 899, 901)
60	4	15	$\frac{(15)(60) - 4}{2} = 448$	$\frac{(15)(60) + 4}{2} = 452$	(60, 448, 452)
60	6	10	$\frac{(10)(60) - 6}{2} = 297$	$\frac{(10)(60) + 6}{2} = 303$	(60, 297, 303)
60	10	6	$\frac{(6)(60) - 10}{2} = 175$	$\frac{(6)(60) + 10}{2} = 185$	(60, 175, 185)
60	12	5	$\frac{(5)(60) - 12}{2} = 144$	$\frac{(5)(60) + 12}{2} = 156$	(60, 144, 156)
60	20	3	$\frac{(3)(60) - 20}{2} = 80$	$\frac{(3)(60) + 20}{2} = 100$	(60, 80, 100)
60	30	2	$\frac{(2)(60) - 30}{2} = 45$	$\frac{(2)(60) + 30}{2} = 75$	(60, 45, 75)

Fuente: elaboración propia de los autores

Demostración:

Probamos que siempre la terna anterior es pitagórica. Tenemos que si

$$\frac{n}{k} = q \text{ entonces } n = kq \text{ (ecuación 9)}$$

Lo cual se cumpliría para cada divisor entonces si sustituimos en la terna anterior puede expresarse que:

$$\left(n, \frac{qn - k}{2}, \frac{qn + k}{2}\right) = \left(kq, \frac{kq^2 - k}{2}, \frac{kq^2 + k}{2}\right) \text{ (forma de terna 1)}$$

Ahora debemos probar si es cierto que:

$$(kq)^2 + \left(\frac{kq^2 - k}{2}\right)^2 = \left(\frac{kq^2 + k}{2}\right)^2 \text{ (ecuación 10)}$$

Desarrollaremos primero el lado izquierdo de la igualdad anterior de lo cual se obtiene que:

$$(kq)^2 + \left(\frac{kq^2 - k}{2}\right)^2 = k^2q^2 + \frac{k^2q^4 - 2k^2q^2 + k^2}{4}$$

$$(kq)^2 + \left(\frac{kq^2 - k}{2}\right)^2 = \frac{4k^2q^2 + k^2q^4 - 2k^2q^2 + k^2}{4}$$

$$(kq)^2 + \left(\frac{kq^2 - k}{2}\right)^2 = \frac{k^2q^4 + 2k^2q^2 + k^2}{4} \text{ (10.a)}$$

Al desarrollar el lado derecho de la igualdad se obtiene que:

$$\left(\frac{kq^2 + k}{2}\right)^2 = \frac{k^2q^4 + 2k^2q^2 + k^2}{4} \text{ (10.b)}$$

Entonces de (10.a) y (10.b) se obtiene que siempre la ecuación 10 se cumple y entonces (forma de terna 1) cumple con generar una terna pitagórica para cada valor de n, k y q que se pueda tener siempre y cuando se dé la relación de divisibilidad.

2.3. OBTENCIÓN DE TERNAS PARA PRIMER CATETO IMPAR

Si n y k son números impares tales que k divide a n ($k|n$), es decir:

$$\frac{n}{k} = 2q + 1 \text{ donde } q \text{ puede ser par o impar (ecuación 11)}$$

Entonces en dicho caso siempre se cumple que:

$$(n, q(n + k), q(n + k) + k) \text{ (ecuación 12)}$$

Son valores que conforman una terna pitagórica

Cada valor "n" impar genera siendo primer componente tantas ternas pitagóricas como divisores propios hasta $\frac{n}{3}$ existan.

En cada terna (a, b, c) a medida que aumentan los divisores los valores de b y de c tienen a disminuir en relación a los divisores más pequeños. Siempre se cumple que la distancia $b - c = k$

15 tiene 3 divisores propios pares hasta $\frac{15}{3} = 5$ que son 1, 3, 5,

Tabla 2

Ternas pitagóricas a partir de 15 como cateto menor

n	K	2q+1	q	q(n + k)	q(n + k)+k	Terna (a, b, c)
15	1	15	7	7(15+1) =112	7(15+1) +1=113	(15,112,113)
15	3	5	2	2(15+3) =36	2(15+3) +3=39	(15, 36, 39)
15	5	3	1	1(15+5) =20	1(15+5) +5=25	(15,20,25)

Fuente: elaboración propia de los autores.

Demostración:

Probamos que siempre la terna anterior es pitagórica. Tenemos que si

$$\frac{n}{k} = 2q + 1 \text{ entonces } n = 2kq + k \text{ (ecuación 13)}$$

Lo cual se cumpliría para cada divisor entonces si sustituimos en la terna anterior puede expresarse que

$$(n, q(n + k), q(n + k) + k) = (2kq + k, q(2kq + k + k), q(2kq + k + k) + k)$$

O bien

$$(n, q(n + k), q(n + k) + k) = (2kq + k, 2kq^2 + 2kq, 2kq^2 + 2kq + k)$$

(forma de terna 2)

Ahora debemos probar si es cierto que:

$$(2kq + k)^2 + (2kq^2 + 2kq)^2 = (2kq^2 + 2kq + k)^2 \text{ (ecuación 14)}$$

Desarrollaremos primero el lado izquierdo de la igualdad anterior de lo cual se obtiene que:

$$(2kq + k)^2 + (2kq^2 + 2kq)^2 = 4k^2q^2 + 2(2kq)(k) + k^2 + (2kq^2)^2 + 2(2kq^2)(2kq) + (2kq)^2$$

$$(2kq + q)^2 + (2kq^2 + q^2 + kq)^2 = 4k^2q^2 + 4k^2q + k^2 + 4k^2q^4 + 8k^2q^3 + 4k^2q^2$$

Ordenando en forma decreciente respecto a términos con q podemos escribir

$$(2kq + q)^2 + (2kq^2 + q^2 + kq)^2 = 4k^2q^4 + 8k^2q^3 + 8k^2q^2 + 4k^2q + k^2$$

Aplicando agrupación de términos y sacando k^2 factor común resulta que:

$$(2kq + q)^2 + (2kq^2 + q^2 + kq)^2 = [4q^4 + 8q^3 + 8q^2 + 4q + 1]k^2 \quad (14.a)$$

Al desarrollar el lado derecho de la igualdad se obtiene que:

$$(2kq^2 + 2kq + k)^2 = 4k^2q^4 + 2(2kq^2)(2kq + k) + (2kq + k)^2$$

$$(2kq^2 + 2kq + k)^2 = 4k^2q^4 + 8k^2q^3 + 4k^2q^2 + 4k^2q^2 + 4k^2q + k^2$$

De lo antes expresado tomando k^2 como factor común queda:

$$(2kq^2 + 2kq + k)^2 = [4q^4 + 8q^3 + 8q^2 + 4q + 1]k^2 \quad (14.b)$$

Entonces de (14.a) y (14.b) se obtiene que siempre se cumple la (ecuación 14) y entonces la (forma de terna 2) cumple con generar una terna pitagórica para cada valor de n , k y q que se pueda tener siempre y cuando se dé la relación de divisibilidad entre n y k ambos impares.

2.4. Forma alternativa del teorema 1.

Si se parte de (ecuación 4) entonces al despejar $q = \frac{n}{d}$ y sustituir en la (ecuación 5)

queda la forma de terna

$$\left(n, \frac{nq-d}{2}, \frac{nq+d}{2} \right) = \left(n, \frac{n \cdot \frac{n}{d} - d}{2}, \frac{n \cdot \frac{n}{d} + d}{2} \right) = \left(n, \frac{\frac{n \cdot n - d \cdot d}{d}}{2}, \frac{\frac{n \cdot n + d \cdot d}{d}}{2} \right) = \left(n, \frac{n^2 - d^2}{2}, \frac{n^2 + d^2}{2} \right)$$

(ecuación 15)

Como puede verse la forma de la terna resultante en (ecuación 15) es archiconocida, pero no se pueden tomar valores arbitrarios como históricamente se ha hecho, por una especie de tanteo o prueba de ensayo y error, sino que los valores de n y d siempre están conectados siendo siempre $n > d$ y siendo d un divisor propio de n , por lo cual es pertinente partiendo de d buscar no cualquier divisor sino aquellos que tengan la misma paridad de n , de manera que se asegure que siempre el valor del numerador es par y en consecuencia siempre de valores enteros al ser divisible entre 2, para que ciertamente en todo caso se pueda hallar la terna.

Sin embargo, la terna en la forma de la (ecuación 4) es más fácil de plantear, pues no requiere ni potencias cuadradas ni complejas operaciones de división, lo cual tiende a complicar mucho más los cálculos de las ternas cuando los números n y d crecen excesivamente. Esto contribuirá a poder desarrollar una forma de programar ternas pitagóricas basadas en la divisibilidad del valor de n usado sea este par o impar.

2.5. Ternas pitagóricas con todos los naturales

Según Fallas (2009) y Arenzana (2019) es famoso y conocido el uso de la sucesión de Fibonacci para generar algunas ternas pitagóricas. Eso me llevó a pensar en el hecho de generar ternas pitagóricas que se formaran a partir de todos los números naturales y que fuese mucho más completo que las ternas generadas con Fibonacci.

2.5.1. Ternas pitagóricas con un par de números consecutivos

Con los números naturales sin excepciones tomando cada par de ellos, es decir, 1 y 2, 2 y 3, 3 y 4 y así sucesivamente es posible generar todas las ternas con primer componente impar y donde la distancia $c-b=1$ por medio de la terna de la forma:

$$(2a + 1, 2ab, a^2 + b^2) \text{ (forma de terna 3)}$$

Es decir, que se cumple para todo valor a y b consecutivo que:

$$(2a + 1)^2 + (2ab)^2 = (a^2 + b^2)^2 \text{ (ecuación 16)}$$

Demostremos que la ecuación anterior se cumple para todo par $(a, b) = (n, n + 1)$. En efecto, basta comprobar que el lado izquierdo da el mismo resultado que el lado derecho al sustituir.

Entonces al desarrollar el lado izquierdo de (ecuación 16) nos queda:

$$(2a + 1)^2 + (2ab)^2 = (2n + 1)^2 + (2n(n + 1))^2$$

$$(2a + 1)^2 + (2ab)^2 = 4n^2 + 4n + 1 + (2n^2 + 2n)^2$$

$$(2a + 1)^2 + (2ab)^2 = 4n^2 + 4n + 1 + 4n^4 + 8n^3 + 4n^2$$

$$(2a + 1)^2 + (2ab)^2 = 4n^4 + 8n^3 + 8n^2 + 4n + 1 \text{ (16. a)}$$

Al desarrollar el lado derecho de (ecuación 16) nos queda:

$$(a^2 + b^2)^2 = (n^2 + (n + 1)^2)^2$$

$$(a^2 + b^2)^2 = (n^2 + n^2 + 2n + 1)^2$$

$$(a^2 + b^2)^2 = (2n^2 + 2n + 1)^2$$

$$(a^2 + b^2)^2 = (2n^2)^2 + 2(2n^2)(2n + 1) + (2n + 1)^2$$

$$(a^2 + b^2)^2 = 4n^4 + (8n^3 + 4n^2) + 4n^2 + 4n + 1$$

$$(a^2 + b^2)^2 = 4n^4 + 8n^3 + 8n^2 + 4n + 1 \quad (16.b)$$

De (16.a) y su igualdad con (16.b) es evidente que la (ecuación 16) se cumple para todo par de la forma $(a, b) = (n, n + 1)$ la forma de terna 3

2.5.2. Ternas pitagóricas con un trío de números consecutivos

Para valores de a, b y c consecutivos desde $a = 1$ y hasta infinito es posible formar ternas de la forma:

$$(2b, ac, bc - a) \quad (\text{forma de terna 4})$$

Es decir, que se cumple para todo valor a, b y c consecutivos que:

$$(2b)^2 + (ac)^2 = (bc - a)^2 \quad (\text{ecuación 17})$$

Demostremos que se cumple para toda triada. En efecto, basta comprobar que el lado izquierdo de la igualdad da el mismo resultado que el lado derecho al sustituir

$$a = n, b = n + 1 \text{ y } c = n + 2.$$

Entonces al desarrollar el lado izquierdo de (ecuación 17) nos queda:

$$(2b)^2 + (ac)^2 = (2(n + 1))^2 + (n(n + 2))^2$$

$$(2b)^2 + (ac)^2 = (2n + 2)^2 + (n^2 + 2n)^2$$

$$(2b)^2 + (ac)^2 = 4n^2 + 8n + 4 + n^4 + 4n^3 + 4n^2$$

$$(2b)^2 + (ac)^2 = n^4 + 4n^3 + 8n^2 + 8n + 4 \quad (17.a)$$

Al desarrollar el lado derecho de (ecuación 17) nos queda:

$$(bc - a)^2 = ((n + 1)(n + 2) - (n))^2$$

$$(bc - a)^2 = (n^2 + 3n + 2 - n)^2$$

$$(bc - a)^2 = (n^2 + 2n + 2)^2$$

$$(bc - a)^2 = (n^2)^2 + 2(n^2)(n + 2) + (n + 2)^2$$

$$(bc - a)^2 = n^4 + 4n^3 + 4n^2 + 4n^2 + 8n + 4$$

$$(bc - a)^2 = n^4 + 4n^3 + 8n^2 + 8n + 4 \text{ (17. b)}$$

De (17. a) y su igualdad con (17. b) es evidente que la (ecuación 17) se cumple para toda triada par de la forma $(a, b, c) = (n, n + 1, n + 2)$ y se verifica la forma de terna 4

En estos incisos el lector puede ver la posibilidad de generar ternas con primer componente impar con un par de valores consecutivos y de generar ternas con el primer componente par con un trío de valores consecutivos.

2.6. Fórmula generadora de ternas de distinta distancia entre b y c

Una de las cosas que es frecuentemente estudiada por los matemáticos es la generación de ternas (a, b, c) donde b y c tienen un determinado valor y en este artículo se expondrá un teorema que permite generar todas las ternas desde $c - b = 1$ hasta cierto $c - b = d$.

2.6.1 Teorema 2:

Generación de ternas con cierta distancia $d = c - b$

Para generar las ternas con una cierta distancia $d = c - b$ se aplica la expresión:

$$2dn + d^2 = k^2 \text{ donde } \begin{cases} \text{si } d \text{ es impar entonces } k = d(2p + 1) \text{ con } p \geq 1 \\ \text{si } d \text{ es par} & \text{entonces } k = 2dp \text{ con } p \geq 1 \end{cases}$$

Y la terna resultante en cada caso es $(k, n, n + d)$

(Ecuación 18)

2.6.2 Aplicabilidad del teorema 2

En este teorema se cambia el valor de d con el cual se quieran hallar ternas y se evalúa el valor de k inicial según la rama correspondiente para determinar el valor de n que cumple la primera ecuación, para cada terna siguiente se vuelve a incrementar k y se busca de nuevo el valor de n y así sucesivamente generando en cada caso la terna de la forma $(k, n, n + d)$ correspondiente.

Si se comienza en $k=1$ se pueden generar **100** o más ternas con distancia $d=1$ y siguiendo el teorema se pueden generar **100** ternas para cada distancia desde $d=1$ hasta $d=100$. Sin embargo, el teorema sigue funcionando para cualquier distancia d que se desee hallar ternas pitagóricas.

Demostración: es fácil ver a partir de $(k, n, n + d)$ que al aplicar el teorema de Pitágoras se cumple que

$$k^2 + n^2 = (n + d)^2$$

$$k^2 + n^2 = n^2 + 2dn + d^2$$

Y de lo anterior se mira el cumplimiento de la expresión en el teorema

$$2dn + n^2 = k^2$$

Que se obtiene de simplificar los términos n^2 , hacer su cancelación en ambos miembros de la igualdad y girar la expresión resultante. Para ejemplificar el teorema anterior buscaremos las ternas para distancias donde da números pares.

Tabla 3

Ternas pitagóricas cuyas distancias $b-c = 4f$ con $f = 1, 2, 3, 4$

Ternas de distancia C-B=4	Ternas de distancia C-B=8	Ternas de distancia C-B=12	Ternas de distancia C-B=16
(8,6,10)	(16, 12, 20)	(24,18,30)	(32, 24, 40)
(12,16,20)	(24, 32, 40)	(36,48,60)	(48, 64, 80)

(16,30,34)	(32,60,68)	(48,90,102)	(64,120,132)
(20,48,52)	(40,96,104)	(60,144,156)	(80,192,208)
(24,70,74)	(48,140,148)	(72,210,222)	(96,280,296)
(28, 96,100)	(56,192,200)	(84,288,300)	(112,384,400)

Fuente: elaboración propia de los autores

Tabla 4

Ternas pitagóricas cuyas distancias $b-c = 4f-2$ con $f = 1, 2, 3, 4$

Ternas de distancia C-B=2	Ternas de distancia C-B=6	Ternas de distancia C-B=10	Ternas de distancia C-B=14
(4,3,5)	(12, 9, 15)	(20,15, 25)	(28, 21,35)
(6,8,10)	(18, 24,30)	(30,40,50)	(42, 56, 70)
(8,15,17)	(24,45,51)	(40,75,85)	(56,105,119)
(10,24,26)	(30,72,78)	(50,120,130)	(70,168,182)
(12,35,37)	(36,105,111)	(60,175,185)	(84,245,259)
(14, 48,50)	(42,144,150)	(70,240,250)	(98,336,350)

Fuente: elaboración propia de los autores

Para hallar algunas de las ternas con distancias impares el lector puede desarrollar cálculos para ejercitar la funcionabilidad del teorema en la búsqueda de ternas pitagóricas. Como es visible el teorema 1 y el teorema 2 brindan características de iteratividad y fácil evaluación de ternas que pueden ser fácilmente programables en lenguaje C u otro lenguaje de programación

DISCUSIÓN

2.7. Ternas pitagóricas que escapan del primer teorema.

Históricamente el misterio de las ternas pitagóricas es fascinante y atrayente al punto que ha traído de cabeza a muchos matemáticos y aún 2500 años después de su descubrimiento es un interesante tema de estudio.

De desarrollar el teorema 1 que se basa en divisibilidad y comparar con ternas pitagóricas online se pudo avanzar en el conocimiento que se tiene acerca de las ternas pitagóricas y las posibilidades de formación tomando el valor de a en la terna (a, b, c) y llevando a cabo observaciones acerca de la separación entre b y c y los posibles divisores del valor inicial de la terna que siempre debe ser el cateto menor. Entonces al revisar información diversa se pudo observar que el tema de las ternas pitagóricas va mucho más allá del simple análisis y trasciende muchas formas de pensamiento

Lo dicho puede ser evidenciado al revisar tablas y hacer una detallada observación de las mismas, lo que conlleva a realizar nuevas consideraciones importantes a la hora de querer hallar todas las ternas para un cierto cateto menor

A continuación, se presenta una tabla y se hace un análisis respectivo de los valores contenidos en las ternas

Tabla 5

Algunas ternas pitagóricas primitivas

(3 , 4 , 5)	(5 , 12 , 13)	(8 , 15 , 17)	(7 , 24 , 25)
(9 , 40 , 41)	(11 , 60 , 61)	(12 , 35 , 37)	(13 , 84 , 85)
(16 , 63 , 65)	(20 , 21 , 29)	(28 , 45 , 53)	(33 , 56 , 65)
(36 , 77 , 85)	(39 , 80 , 89)	(48 , 55 , 73)	(65 , 72 , 97)

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Terna_pitagórica

El lector puede apreciar que en las dos primeras filas aparecen números cuya diferencia entre los valores b y c son de 1 y de 2 al comparar sus valores. Sin embargo, resulta sumamente interesante analizar las líneas 3 y 4 de la tabla anterior, ya que los primeros números entre ellos 20, 28, 33, 36, 39, 48 y 65 no son ningunos de ellos divisibles entre las distancias de b y c de cada triada, es decir que:

- 20, 28 y 36 no es divisible 8,
- 33 y 39 no son divisibles entre 9,
- 48 no es divisible entre 18 y
- 65 no lo es entre 25.

Lo anterior es muy significativo, pues permite optimizar el teorema 1, pues las diferencias que hay entre los valores b y c de las ternas **se relacionan con la multiplicidad de los divisores (sean pares o impares) o cuadrados de los mismos divisores siempre y cuando los nuevos productos, aunque no sean divisores directos del cateto menor sean valores menores $n/2$ si n es par o menor que $n/3$ si n es impar y productos de igual paridad que n , siendo siempre n el cateto menor**

Tabla 6

Lista de ternas Pitagóricas (triadas pitagóricas)

A	B	C	A	C	B	A	B	C
3	4	5	44	117	125	120	209	241
5	12	13	44	483	485	132	475	493
7	24	25	48	55	73	133	156	205
8	15	17	51	140	149	135	352	377
9	40	41	52	165	173	136	273	305
11	60	61	57	176	185	140	171	221
12	35	37	60	91	109	145	408	433

13	84	85	60	221	229	152	345	377
15	112	113	65	72	97	155	468	493
17	144	145	68	285	293	160	231	281
19	180	181	69	260	269	161	240	289
20	21	29	75	308	317	168	425	457
21	220	221	76	357	365	175	288	337
23	264	265	84	187	206	180	299	349
24	143	145	84	437	445	189	340	389
25	312	313	85	132	157	203	396	445
27	364	365	87	416	425	204	253	325
28	45	53	88	105	137	207	224	305
29	420	421	93	476	485	225	272	353
31	480	481	95	168	193	228	325	397
32	255	257	96	247	265	252	275	373
33	56	65	104	153	185	261	380	461
36	77	85	105	208	233	280	351	449
39	80	89	115	252	277	297	304	425
40	399	401	119	120	169	319	360	481

Fuente: https://www.vaxasoftware.com/doc_edu/mat/3pitafac.pdf

Además, en la tabla 6 puede apreciarse más claramente lo dicho para tabla 5 de la existencia de distancias que no son exactamente divisores del cateto menor n , sino una potencia de uno de ellos o un producto de dos o más de ellos siempre y cuando dicho producto, aunque no sea divisor exacto cumpla con tener la misma paridad del cateto menor.

CONCLUSIONES

Los dos teoremas presentados en este artículo son de gran importancia porque si bien el primero permite apreciar la dependencia de las ternas pitagóricas de la divisibilidad del cateto inicial y tener un criterio para generar ternas pitagóricas, el segundo permite encontrar ternas tomando en cuenta el aspecto de la distancia existente entre el segundo y tercer componente de cada triada, aspectos que permitirán generar las ternas con más eficiencia y sin la tendencia a la improvisación, el ensayo y error, entre otros aspectos característicos de métodos previos.

Por otra parte, los teoremas tienen una cualidad de generalización importante, pues permite el primero buscar todas las ternas para cada uno de los números naturales mayores que 2 al tomarlo como cateto inicial lo cual permite la generación ordenada de las ternas si se programa en cualquier lenguaje de cómputo como C, Pascal, XXXX , mientras que el segundo permite tomar una determinada distancia entre los dos componentes y generar cualquier cantidad de ternas pitagóricas donde los componentes tienen una cierta diferencia.

En cuanto a las ternas indicadas con las ecuaciones 4 y 18 que funcionan para un par o una triada de números naturales consecutivos se puede ver su utilidad para generar todas las ternas de distancia 1 o 2 respectivamente entre los dos últimos componentes de cada terna que surgen de su evaluación.

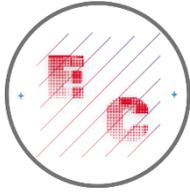
Además, es importantísima la última observación que es planteada en el inciso 3.7., ya que dicha forma de trabajo con potencias de un mismo divisor o productos de sus divisores (de igual o diferente paridad) del cateto menor que generen productos de igual paridad de n son generadores también de ternas pitagóricas, lo cual complementa excelentemente el trabajo con el primer teorema.

REFERENCIAS

- Alegría, P. (2018). La solución matemática más larga de la historia. Recuperado de https://www.abc.es/ciencia/abci-solucion-matematica-mas-larga-historia-201804022054_noticia.html
- Arenzana, V. (2019). Ternas pitagóricas. Recuperado de <https://vicmat.com/ternas-pitagoricas/>
- Artacho, A. (2022). 2023 y las ternas pitagóricas. Recuperado de <https://matematicascercanas.com/2022/12/28/2023-y-las-ternas-pitagoricas/>
- Barrantes López, M., Barrantes Masot, M., Zamora Rodríguez, J., & Mejía López, Á. (2018). El Teorema de Pitágoras, un problema abierto. *Revista Matemática de Educación Matemática Unión*, 54, 92–112. Recuperado de <http://www.fisem.org/web/union> y <http://www.revistaunion.org/>
- Fallas, J. J. (2009). Ternas pitagóricas: métodos para generarlas y algunas curiosidades. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 9(2), 1–21. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- González, P. (2008). El teorema llamado de Pitágoras: Una historia geométrica de 4000 años. *Sigma*, (32).
- Graña, M., Jerónimo, G., & Ariel, P. (2009). Los números: De los naturales a los complejos (1.^a ed.). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación, Instituto Nacional de Educación Tecnológica. ISBN: 978-950-00-0748-1.
- Jiménez, D. (2013). *Aritmética* (3.^a versión). Valparaíso, Chile: Universidad de Valparaíso.
- Jiménez, R., Gordillo, E., & Rubiano, G. (2004). *Teoría de números para principiantes* (2.^a ed.). Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. ISBN: 958-701-372-7.
- Johnson, C., & Jackson, N. (2023). An impossible proof of Pythagoras. *AMS*. Recuperado el 18 de marzo de 2023 de <https://meetings.ams.org/>
- Lane, S. M., & Birkhoff, G. (1999). *Algebra* (Vol. 330). American Mathematical Society: Chelsea Publishing Company.

- Mansfield, D. & Wildberger, N. J. (2017). Plimpton 322 is Babylonian exact sexagesimal trigonometry. *Historia Mathematica*. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0315086017300691>
- Martín, A. (2023). El teorema de Pitágoras está en una tabla babilónica 1.000 años anterior al nacimiento de Pitágoras.
- Muñoz, R. (2019). La terna pitagórica entera más grande de la actualidad. Recuperado de <https://www.academia.edu/38777167/>
- Musso, M. (2024). Estas dos estudiantes revelaron diez nuevas formas de explicar el teorema de Pitágoras. Recuperado de <https://es.wired.com/articulos/estas-dos-estudiantes-revelaron-diez-nuevas-formas-de-explicar-el-teorema-de-pitagoras>
- Overmars, A., Ntogramatzidis, L., & Venkatraman, S. (2019). Un nuevo enfoque para generar todas las ternas pitagóricas. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/331777611>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2009). Definición de números naturales. Recuperado de <https://definicion.de/numeros-naturales/>
- Pina-Romero, S. (2022). Los números naturales. Recuperado de <https://www.todamateria.com/numeros-naturales/>
- Ramos, F. (2010). *Aritmética: Teoría y práctica*. (1.^a ed.). Lima, Perú: Empresa Editora Macro. ISBN: 978-612-4034.
- Reyes, A., Rondero, C., Acosta, J., Campos, M., & Torres, A. (2017). Reduccionismo didáctico y creencias de profesores acerca del teorema de Pitágoras. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(59), 968–983.
- Reyes, A., Rondero, C., Acosta, J., Campos, M., & Torres, A. (2018). Un acercamiento a la relación pitagórica a través del cálculo de ternas. *European Scientific Journal*, 14(6). ISSN: 1857-7881.

- Robson, E. (2002). Words and pictures: New light on Plimpton 322. *The American Mathematical Monthly*, 109(2), 105–120. <https://doi.org/10.1080/00029890.2002.11919845>
- Rodríguez-Roselló, M. (2014). La naturaleza trans-pitagórica de los números primos. Recuperado de <https://vixra.org/pdf/1407.0014v2.pdf>
- Roldán, A. (2024). Teoría de la divisibilidad. Recuperado de <https://www.academia.edu/13840762/>
- Roy, T., & Sonia, F. (2012). A direct method to generate Pythagorean triples and its generalization to Pythagorean quadruples and n-tuples. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/>
- Sloman, L. (2024). 2 high school students prove Pythagorean theorem. Here's what that means. *Scientific American*. Recuperado el 7 de junio de 2024.
- Vásquez, M., & Vásquez, M. (2016). Generando números de Pitágoras. Recuperado de edison-timbe-maskana-7106.pdf
- Villatoro, F. (2017). El significado matemático de la tablilla babilónica Plimpton 322. *La Ciencia de la Mula Francis*. Recuperado de <https://francis.naukas.com/2017/09/07/el-significado-matematico-de-la-tablilla-babilonica-plimpton-322/>
- Villarroel, A., & Villarroel, F. (2023). Del test de Chika a un criterio general de divisibilidad entre cualquier número primo o compuesto: Características y consecuencias. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 23(2). Recuperado de <https://tecdigital.tec.ac.cr/>
- Zaldívar, F. (2012). *Introducción a la teoría de números*. México: FCE. ISBN: 978-607-16-0738-61.



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**CONTROL INTERNO EN EL PROCESO DE AUDITORÍA EN EMPRESAS
DEL SECTOR SERVICIOS DE LIMA METROPOLITANA**

**INTERNAL CONTROL IN THE AUDIT PROCESS IN COMPANIES
OF THE SERVICE SECTOR IN METROPOLITAN LIMA**

Danny Jonathan Gonzales Pompa

David Alberto Gonzales Gonzales

Adolfo William Lavalle Gonzales

Universidad Peruana Unión, Perú

Control interno en el proceso de auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana

Internal control in the audit process in companies of the service sector in Metropolitan Lima

Danny Jonathan Gonzales Pompa

djgp@upeu.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0001-6962-5864>

Universidad Peruana Unión

Perú

Adolfo William Lavallo Gonzales

adolfolavallo@upeu.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4336-1845>

Universidad Peruana Unión

Perú

David Alberto Gonzales Gonzales

Albertogonzales@upeu.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0009-0889-2940>

Universidad Peruana Unión

Perú

RESUMEN

La investigación analizó la relación entre el control interno (CI) y la auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana, mediante un estudio cuantitativo, correlacional y no experimental. Se aplicaron dos listas de cotejo basadas en la guía COSO (CI) y la Guía Técnica de Auditoría (GU-SCPACU-02) de la Contraloría General del Perú, a una muestra de 91 empresas. La consistencia interna de los instrumentos fue evaluada con el Alfa de Cronbach, obteniendo valores de 0.815 (CI) y 0.709 (Auditoría), ambos con buena fiabilidad. Los datos, analizados descriptivamente y con el coeficiente Rho de Spearman, mostraron un cumplimiento del 55.2% en CI y 45.5% en auditoría, ambos moderados, y una relación fuerte,

positiva y significativa (R de Pearson = 0.844; p = 0.000). Se concluye que mejorar el CI impactará positivamente en la auditoría, optimizando su nivel en las empresas.

Palabras clave: auditoría, control interno, cumplimiento, empresas de servicio.

ABSTRACT

The research analyzed the relationship between internal control (IC) and auditing in service sector companies in Metropolitan Lima through a quantitative, correlational, and non-experimental study. Two checklists were applied, based on the COSO guide (IC) and the Technical Audit Guide (GU-SCPACU-02) of the Office of the Comptroller General of Peru, to a sample of 91 companies. The internal consistency of the instruments was evaluated using Cronbach's Alpha, with values of 0.815 (IC) and 0.709 (Auditing), both showing good reliability. The data, analyzed descriptively and using Spearman's Rho coefficient, revealed a compliance level of 55.2% in IC and 45.5% in auditing, both moderate, and a strong, positive, and significant relationship (Pearson's R = 0.844; p = 0.000). It is concluded that improving IC will positively impact auditing, enhancing its level in the companies.

Keywords: auditing, internal control, compliance, service companies.

Recibido: 20 de diciembre 2024 | Aceptado: 30 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

El control interno es un proceso diseñado para ayudar a la dirección de las organizaciones a alcanzar tres objetivos de la misma, así como a la: eficacia y eficiencia de las operaciones, fiabilidad de los informes y cumplimiento de las leyes y reglamentos aplicables (Chang et al., 2019). Los controles internos se establecen para salvaguarda de todos los activos de la empresa, evitar su uso indebido o la apropiación indebida de estos y descubrir y proteger contra posibles fraudes (Abiodun, 2020). El control interno funciona eficazmente cuando los componentes básicos del mismo se aplican de forma correcta y adecuada en la organización proporcionando certidumbre en el logro de los objetivos (Sudirman et al., 2020). Para la maximización del control interno, se debe evaluar su funcionamiento correcto a través de auditorías (Abdillah et al., 2019).

Las principales funciones de las auditorías internas son examinar, evaluar y supervisar la adecuación y eficacia de los objetivos de control interno sobre las operaciones, la información y el cumplimiento, por lo tanto, las actividades de auditoría interna ayudan a las organizaciones en la implementación de controles enfocados en evaluar la eficacia y la eficiencia y fomentar la mejora continua (Chang et al., 2019).

Las empresas adscritas a los sectores de servicios, están dentro de un sistema que facilita la negociación e intercambio de servicios de diversa naturaleza y representan un papel muy útil en la economía como guardián de fondos, proveedor de fondos para financiación, servicios de seguros y suscriptores de valores para la economía (Sondakh, 2019), de allí que los sistemas internos de auditoría y control y el resguardo de los activos de las mismas es de vital importancia, por lo que un enfoque de relación entre variables es fundamental en la consecución de los objetivos de la empresa y por ende el estudio de auditoría del control interno es fundamental en el éxito de las empresas. Estos procesos internos de la organización conllevan a una mejora importante en la productividad y el desempeño de las empresas en el

mercado tanto nacional como internacional, beneficiando la efectividad de la implementación de los controles.

Diversas investigaciones se han desarrollado en relación al tema del control interno y la auditoría en diferentes ámbitos empresariales, entre ellas Younas y Md Kassim (2019) en una investigación sobre la importancia del control interno en el proceso de auditoría concluyeron que los controles internos deben ser proactivos y aportar valor agregado, así mismo desempeñan un papel importante en el proceso de auditoría tanto interna como externa. Abiodun (2020) demostró que existe una relación significativa positiva entre la auditoría del control interno y el éxito de la organización, sin embargo, también recalca un impacto negativo significativo en el rendimiento de la empresa, por lo que debe haber un seguimiento y una gestión regulares de los auditores internos.

Chang et al. (2019) refieren que la competencia del auditor interno dentro de una organización se asocia positivamente con la eficacia del control interno sobre el cumplimiento, pero no sobre las operaciones, por lo que se debe enfatizar en la importancia de los objetivos operacionales de la empresa en el proceso de control interno. De igual forma Li et al. (2019) en un estudio en China, demostraron que el control interno ejerce un efecto moderador sobre la relación entre las dificultades financieras y la gestión de los beneficios. También se han obtenido evidencias de que la calidad del control interno puede tener un efecto significativo en la toma de decisiones por parte de los usuarios de la información financiera, y que la auditoría y la calidad del control interno tienen asociación positiva y significativa (Chalmers et al., 2019).

Carrera-López et al. (2020) dan fe de cómo los informes que se generan de la auditoría aportan información valiosa al tren directivo de la empresa, así como a los accionistas, logrando que los mismos se sintonicen con el cumplimiento de las metas organizativas a corto y largo plazo. En otro estudio relacionado, Comendeiro (2021) al analizar cómo incide el control interno en la productividad de empresas de México, demostró que, al implementar

correctamente los mecanismos de control interno, las empresas pueden reforzar el ciclo de ventas, con el reforzamiento de sus áreas comerciales.

Otro estudio con empresas (Barrera-Guerra, 2020) precisa que el control interno es determinante para lograr los objetivos de negocios, entre ellos la eficiencia operativa que es vital en el mantenimiento del valor empresarial y poder lograr la prevalencia dentro de su entorno de negocios. Valeriano (2020) menciona que el control interno económico, administrativo, financiero y de gestión presentan debilidades y no reflejan en ciertos casos una visión realista de la gestión organizativa o empresarial.

Con el desarrollo de la investigación se busca presentar un panorama analítico estratégico de cómo se desarrolla el control interno y la auditoría en una empresa, para visualizar las relaciones demostradas en investigaciones previas y comprobar si existen o no debilidades en estos procesos de importancia capital para la empresa. Por lo tanto, el objetivo de la investigación fue determinar la relación entre el control interno en el proceso de auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana. Para cumplir con este objetivo se realizó una identificación de los niveles de control interno y de auditoría en las empresas estudiadas, para luego establecer la relación entre los dos constructos. Con estos objetivos se buscó comprobar las hipótesis de que el control interno tiene un nivel alto y la auditoría se encuentra en un nivel medio, así como también que la relación entre el control interno y la auditoría en las empresas es significativa.

De esta manera, el Control Interno es una serie de procedimientos implementados en todos los estratos de una entidad, con el fin de asegurar de manera razonable el logro de los objetivos organizacionales, siendo esencial para salvaguardar los activos, validar la precisión y veracidad de la información financiera y administrativa, fomentar la eficiencia de los líderes, evaluar la eficacia de las operaciones y la gestión eficiente de los recursos (Gómez y Lazarte, 2019).

La teoría de control interno que ha representado mayor implicancia en el estudio se instaure en el modelo COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission) para el control interno es un marco conceptual ampliamente reconocido y utilizado a nivel mundial, y proporciona una estructura integral que las organizaciones pueden adoptar para diseñar, implementar y evaluar eficazmente su sistema de control interno (Jeong-Bong et al., 2019; Santa, 2015). De esta manera, las dimensiones de control interno se basan en cinco componentes: ambiente de control, riesgo, actividades de control, información y comunicación, y supervisión.

En la primera dimensión, ambiente de control, se trata de un entorno destinado a ejecutar iniciativas y, al mismo tiempo, refleja la postura adoptada por los directivos respecto a las repercusiones del control interno, por lo tanto, resulta fundamental identificar las políticas, regulaciones y disposiciones que son imperativas para alcanzar el éxito empresarial (Mejias-Guevara et al., 2022).

En la segunda dimensión, riesgo, es la capacidad del sistema de control para identificar, evaluar y gestionar los posibles eventos adversos que podrían afectar el logro de los objetivos organizacionales (Durán, 2018).

En la tercera dimensión, actividades de control, son procedimientos que facilitan la adecuada implementación de las políticas de dirección, abordando los riesgos que la dirección de la empresa puede aceptar y establecer, y se ejecutan de manera integral en todos los sectores empresariales y en cada fase de la gestión (Ruiz, 2021).

En la cuarta dimensión, información y comunicación, se refiere al componente clave de los sistemas de gestión empresarial que aborda la necesidad de asegurar un flujo efectivo y oportuno de información relevante dentro de la organización (Santa, 2015).

En la quinta dimensión, supervisión, se refiere a la actividad de monitoreo continuo y la evaluación periódica de los procesos y procedimientos establecidos en un sistema de control

para asegurar la efectividad y eficacia del sistema a lo largo del tiempo, identificando y abordando cualquier deficiencia o desviación que pueda surgir (Franco y Salazar, 2012).

El cumplimiento de auditoría es la medida en que una organización se adhiere a las normativas, políticas internas y regulaciones externas aplicables a sus operaciones y actividades, con la premisa de garantizar la transparencia, la integridad y la conformidad con estándares específicos, ya sean establecidos por autoridades gubernamentales, organismos reguladores o normativas internas de la empresa (Manrique, 2019).

La primera dimensión situada en torno a la eficiencia analítica se refiere a la capacidad de los profesionales de auditoría para realizar un análisis profundo, preciso y eficiente de la información financiera y operativa de una organización, implica el uso de herramientas y técnicas avanzadas para evaluar la integridad, precisión y coherencia de los datos revisados durante el proceso de auditoría.

La segunda dimensión basada en la eficiencia testimonial, es la habilidad y efectividad de los auditores para recopilar, analizar y utilizar de manera eficiente la evidencia testimonial durante el proceso de auditoría, y permite la obtención de información y testimonios directos de individuos clave dentro y fuera de la organización, lo que contribuye a la evaluación integral de los controles internos, procesos operativos y cumplimiento normativo (Valadez, sf.)

La tercera dimensión descrita como eficiencia documental es la capacidad de los auditores para gestionar, revisar y utilizar de manera eficiente la documentación relevante durante el proceso de auditoría y destaca la importancia de una organización estructurada y accesible de documentos, registros y evidencia para facilitar una auditoría efectiva y exhaustiva (Monterde, 2018).

En la cuarta dimensión se basó en la eficiencia física representando la capacidad de llevar a cabo las actividades de auditoría de manera efectiva, aprovechando de manera óptima los recursos físicos disponibles dado que implica la planificación estratégica y el uso eficiente

de instalaciones, equipos y espacios físicos durante el proceso de auditoría, con el objetivo de maximizar la efectividad y minimizar los obstáculos operativos (Mendoza, 2018).

METODOLOGÍA

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, que es el enfoque de emplear valores numéricos derivados de observaciones para explicar y describir los fenómenos que las observaciones pueden reflejar en ellos y se emplea en la aplicación de evaluaciones empíricas que pretenden determinar hasta qué punto se cumple una norma o estándar en una política o programa concretos (Taherdoost, 2022). En este caso se recolectó información de las empresas en estudio para interpretar la efectividad del proceso de control interno asociado a la auditoría y dar a conocer como este ha impactado la productividad de la empresa y su estatus de rentabilidad, con base en valores numéricos que indicaron el nivel de cumplimiento de las variables.

Según las diferentes áreas de la investigación cuantitativa, se planteó un tipo de investigación correlacional en el cual se investiga sistemáticamente sobre los fenómenos, se explora la relación entre los fenómenos mediante observaciones o definir sus actitudes y pretenden medir aspectos generales relativos a las relaciones entre dos o más variables de la muestra o de toda la población (Taherdoost, 2022). Se delimitó a las empresas y sus procesos internos de auditoría y control, para luego establecer la relación entre ambos constructos. En este sentido, el diseño fue transeccional dado que los datos se obtuvieron y fueron extraídos en un tiempo único y específico de las unidades muestrales

Por otro lado, La investigación fue no experimental, debido a que los datos fueron recolectados e interpretados en su contexto, sin ser manipulados por el investigador (Arias, 2016). De igual forma el estudio fue retrospectivo, ya que los datos del control interno y auditoría se recolectarán en base a la información pasada disponible, lo que se enmarca dentro de lo expresado por Hernández y Mendoza (2018) quienes indican que en la investigación retrospectiva se retrocede en el tiempo para analizar datos de eventos ya sucedidos.

Se trabajó con una población de 1594 empresas del sector servicios de Lima Metropolitana (Instituto Nacional de estadística e Informática [INEI], 2020) y al aplicar la ecuación de muestra con población finita y conocida desarrollado por Martínez-Corona et al. (2019):

$$n = \frac{Nz^2pq}{(N - 1)e^2 + z^2pq}$$

Se estimó mediante los siguientes parámetros: n : tamaño de muestra; N : tamaño de población; p : proporción de ocurrencia de evento; q : probabilidad de no ocurrencia del evento; Z^2 : nivel de confianza; y , e^2 : error aleatorio. De esta manera, los parámetros fueron: $N= 1594$ empresas del sector servicios; $p=0.50$; $q=0.50$; Z^2 : 95%; y , e^2 : 0.10%. En consecuencia, el tamaño de muestra fue 91 empresas del sector servicios de Lima Metropolitana. En este sentido, la muestra fue recolectada a través de muestreo aleatorio simple.

La información requerida se recolecto a partir de fichas de registro de datos, que en el caso de estudio trató de un instrumento tipo lista de cotejo o *checklist* que se refiere a un instrumento que consiste en una lista preparada de elementos de rendimiento o atributos esperados, cuya presencia o ausencia comprueba un investigador y aportan transparencia y organización por lo que son aplicadas con éxito en muchos ámbitos investigativos (Makram et al., 2022). Para la comprobación del cumplimiento del control interno se revisaron los parámetros establecidos en la COSO *Internal Control – Integrated Framework: An Implementation Guide for the Healthcare Provider Industry* (Schandl & Foster, 2019) y en el caso de la auditoría se revisaron o chequearon el cumplimiento de lo establecido en la Guía Técnica de Auditoría (GU-SCPACU-02) de la Contraloría General de la República del Perú (2015) teniendo como fuente de información a los contadores de las empresas de servicios seleccionadas. Dichos instrumentos fueron analizados para verificar su fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, observándose para el control interno una fiabilidad alfa = 0.815 y

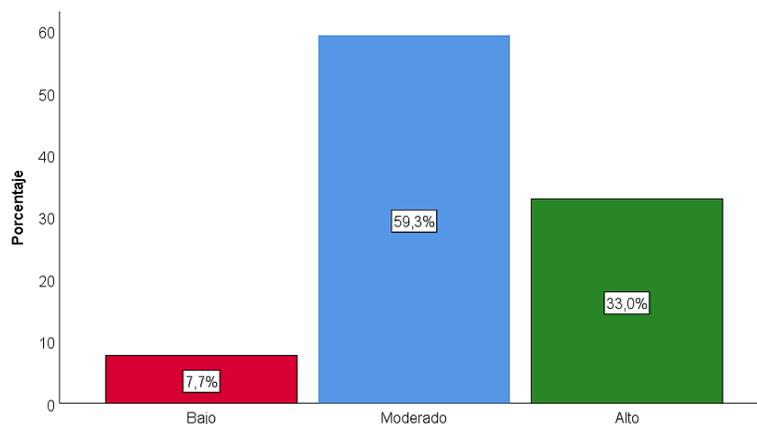
para la auditoria $\alpha = 0.709$, ambos indicativos de una fiabilidad buena ya que para las dos variables $\alpha > 0.700$ hace referencia de instrumentos fiables (Purba et al., 2021).

La información fue procesada mediante tablas y análisis gráfico, a partir del cual se muestran en términos relativos el cumplimiento de cada uno de los parámetros del control interno y de la auditoría. Por otra parte, se estableció la relación entre las variables tomando en consideración la normalidad de las mismas mediante análisis de Shapiro-Wilk y posteriormente pruebas de correlación paramétrica (R de Pearson) o No paramétricas (Rho de Spearman) según sea el caso. Para el procesamiento estadístico se utilizaron los softwares SPSS V.25 y Microsoft Excel.

RESULTADOS

Figura 1

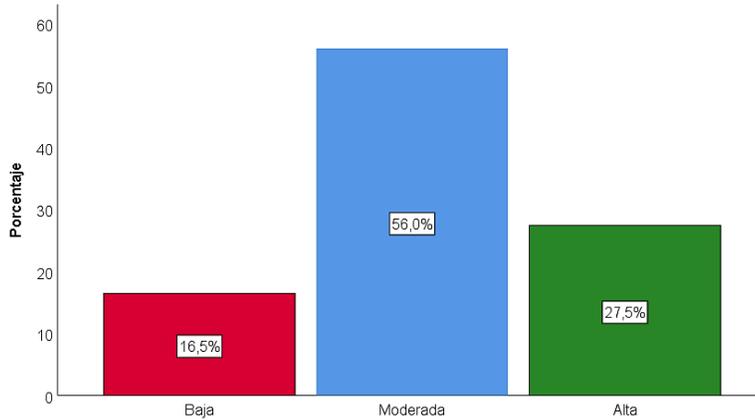
Niveles del cumplimiento del control interno en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana



En la figura 1, se observa como el control interno en las empresas evaluadas tiene una tendencia mayormente moderada (59.3%) con un importante aporte de la tendencia alta (33.0%) lo que en conjunto muestra una tendencia media – alta de 92.3%, La tendencia a un control interno bajo fue minoritario con un 7.7%.

Figura 2

Niveles del cumplimiento de auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana



Al igual que en el caso del control interno, la auditoría mostró tendencia a un cumplimiento moderado (56.0%), con un aporte de 27.5% de cumplimiento alto, lo que en conjunto representa una tendencia media – alta de 83.5%. En este caso la tendencia hacia un nivel de cumplimiento bajo fue mayor en comparación con la variable anterior (16.5%). Esto demuestra un menor cumplimiento en el caso de la auditoría, aun cuando ambas variables tendieron a ser moderadas en cuanto a su cumplimiento.

En la tabla 1 se muestra el resultado obtenido al analizar la normalidad de la distribución de los datos obtenidos para las dos variables, a partir de las pruebas de Kolmogorov – Smirnov y Shapiro – Wilk.

Tabla 1

Resultados de las pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	p	Estadístico	gl	p

Control Interno	.059	91	.200	.991	91	.815
Auditoria	.064	91	.200	.987	91	.483
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Como se observa que para ambas variables y con las dos pruebas estadísticas el nivel de significancia $p > 0.05$ hace referencia a que los datos presentan una desviación del comportamiento de una distribución normal (Lee, 2022). De acuerdo con este resultado para analizar la relación entre el control interno y la auditoría en las empresas estudiadas, se utilizó la prueba paramétrica de correlación de rangos R de Pearson. Para el caso de la relación entre el control interno y la auditoría, el resultado se detalla en la tabla 2.

Tabla 2

Relación entre el control interno y la auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana

			Control Interno	Auditoria
R de Pearson	Control Interno	Coefficiente de correlación	1,000	,844**
		Sig. (bilateral)	.	,001
		N	91	91
	Auditoria	Coefficiente de correlación	,844**	1,000
		Sig. (bilateral)	,001	.
		N	91	91
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).				

Respecto a lo mostrado en la tabla 2, se puede observar que existe una relación positiva y fuerte (R de Pearson = 0.844) de acuerdo con lo expresado por War y Barlis (2023) por estar entre 0.61 y 0.90. Asimismo, la relación es significativa ya que $p = 0.001 < 0.05$. La relación entre las dimensiones o componentes del control interno y la auditoría se especifica en la tabla 3.

Tabla 3

Relación entre las dimensiones del control interno y la auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana

			Auditoria
R de Pearson	Ambiente de Control	Coeficiente de correlación	,143**
		Sig. (bilateral)	,000
		N	91
	Riesgo	Coeficiente de correlación	,465**
		Sig. (bilateral)	,001
		N	91
	Actividades de Control	Coeficiente de correlación	,683**
		Sig. (bilateral)	,001
		N	91
	Información y Comunicación	Coeficiente de correlación	,843**
		Sig. (bilateral)	,001
		N	91
Supervisión	Coeficiente de correlación	,682**	
	Sig. (bilateral)	,001	
	N	91	
** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).			

Se destaca en la tabla 3 que todas las relaciones son significativas ($p = 0.001 < 0.05$) y positivas. En los casos del Ambiente de control (R de Pearson = 0.143), el Riesgo (R de Pearson = 0.465) y la Supervisión (R de Pearson = 0.682) las relaciones con la auditoría fueron moderadas por estar entre 0.41 y 0.70 (War y Barlis, 2023). Por su parte, las Actividades de

control (R de Pearson = 0.683) y la Información y comunicación (R de Pearson = 0.843) se consideran con relaciones fuertes con la auditoría por estar entre 0.61 y 0.90 (War y Barlis, 2023).

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, en las empresas del sector servicios de Lima Metropolitana el control interno muestra un nivel de cumplimiento que supera al no cumplimiento del mismo, esto deriva en el hecho de que existe una tendencia a mantener un buen sistema de control en todas las operaciones de las empresas. Esto es consistente con lo expresado por autores como Sudirman et al. (2020), al especificar que el control interno es eficaz si los componentes del mismo se aplican correctamente en las empresas, lo que se direcciona al logro de los objetivos, lo que también fue sustentado por Comendeiro (2021) quien llegó a demostrar que, la implementación correcta de los mecanismos de control interno, lleva a las empresas a reforzar el ciclo de ventas, así como de sus áreas comerciales.

La relación entre el control interno y la auditoría en empresas del sector servicios de Lima Metropolitana, se estableció a partir del supuesto estadístico de que ambas variables no se comportan de acuerdo con una distribución normal. Los resultados indicaron que la relación entre las variables es positiva, fuerte y significativa ($R = 0.844$; $p = 0.001$), lo que evidencia que un mayor nivel de cumplimiento del control interno está relacionado con un mayor nivel de cumplimiento de la auditoría dentro de la empresa. En este contexto, Vega y Marrero (2021) destacaron igualmente la relación entre el control interno y la auditoría en Cuba, aunque de forma documental sin ahondar en aspectos estadísticos. Esto también es consistente con lo que reportaron Chang et al. (2019) quienes hacen referencia a que el control interno y la auditoría están positivamente relacionados ($R = 0.244$; $p < 0.01$), pero no en todos los componentes, pues los autores sugieren que esta relación no es significativa en términos operacionales, sino de cumplimiento.

La relación entre el ambiente de control y la auditoría, con un R de Pearson de 0.143, indica una relación significativa, aunque baja. Según Gutiérrez y Pérez (2022), un ambiente de control adecuado proporciona la base necesaria para los demás componentes de control interno, estableciendo una cultura organizacional favorable para una auditoría eficaz. Por otro lado, Heredia (2021) resalta que, si bien esta relación puede ser baja en ciertos contextos, es crucial para asegurar la efectividad del sistema de auditoría. Finalmente, Johnson (2023) menciona que el ambiente de control establece los principios y valores organizacionales, que son la primera línea de defensa ante riesgos internos.

La relación moderada entre el riesgo y la auditoría ($R = 0.465$) es consistente con estudios que demuestran la importancia de identificar y gestionar riesgos para mejorar la calidad de la auditoría. Según Ramírez (2022), la gestión de riesgos proporciona un enfoque estructurado que permite a los auditores evaluar las áreas críticas. Asimismo, Cruz y Martínez (2023) afirman que una adecuada gestión de riesgos fortalece el proceso de auditoría al identificar áreas vulnerables en la organización. Por su parte, Thompson (2021) argumenta que esta relación moderada es fundamental para que la auditoría se enfoque en puntos críticos de la organización y realice un análisis detallado.

La supervisión muestra una relación moderada con la auditoría ($R = 0.682$), lo cual destaca la importancia de este componente. Según Vargas y López (2022), una supervisión constante asegura la continuidad de los procedimientos de auditoría y la adherencia a estándares. Asimismo, Ríos (2021) enfatiza que una adecuada supervisión permite la detección temprana de problemas y garantiza que el sistema de control interno funcione como se espera. Complementando estas ideas, Díaz y Herrera (2023) sugieren que la supervisión es clave para detectar irregularidades y respaldar los procesos de auditoría, ya que una supervisión efectiva refuerza la confiabilidad de los resultados.

La relación fuerte entre las actividades de control y la auditoría ($R = 0.683$) coincide con lo encontrado por Castillo y Fernández (2022), quienes destacan que las actividades de control

sólido respaldan la verificación constante y la precisión de los informes de auditoría. En este sentido, Gómez y Torres (2021) indican que las actividades de control bien estructuradas facilitan el trabajo de auditoría y reducen la probabilidad de errores. Además, Moreno (2023) subraya que estas actividades proporcionan una base sólida que fortalece el sistema de auditoría, mejorando su eficiencia y efectividad.

La información y comunicación presentan una relación fuerte con la auditoría ($R = 0.843$). Esto respalda lo planteado por Medina y Rosales (2022), quienes sugieren que la transparencia en la comunicación facilita la labor de auditoría y garantiza el acceso a información precisa. Rivera (2023) también argumenta que una comunicación efectiva permite a los auditores contar con datos confiables y actuales, necesarios para evaluar los controles internos. Según Chávez (2021), la fluidez en la información dentro de la organización es esencial para un sistema de auditoría robusto, ya que permite detectar discrepancias y mantener la integridad de los procedimientos.

Respecto a la relación entre los componentes del control interno y la auditoría, quedó claro que la misma es positiva y significativa en todos los casos, con un papel destacado de las actividades de control y la información y comunicación, los cuales se presentaron con relaciones fuertes, cuando el resto fueron moderadas. En este aspecto, Ochoa et al. (2020) se refieren a las actividades de control como de gran importancia dentro del control interno, ya que establecen la correcta forma de llevar a cabo las actividades, siendo el medio idóneo para el aseguramiento del cumplimiento de los objetivos en un mayor grado. En consistencia con lo expresado por los autores anteriormente citados, se justifica el hecho de que las actividades de control haya sido el componente del control interno que más fuertemente se relacionó con la auditoría, ya que está inmerso en el cumplimiento de los objetivos empresariales. Los mismos autores citados, consideran que las empresas al generar información operacional, de cumplimiento y financiera, establecen un sistema donde la comunicación y disponibilidad de dicha información es básica para la auditoría, por lo que la relación fuerte identificada en la

presente investigación entre este componente del control interno y la auditoría es justificable por la importancia de la disponibilidad de toda la información necesaria para que la auditoría se realice de forma correcta y mediante ella se corrobore el cumplimiento de todos los requisitos y objetivos de las empresas estudiadas.

CONCLUSIONES

En las empresas del sector servicios de Lima Metropolitana, se evidencia una relación fuerte, positiva y significativa ($Rho = 0.844$; $p = 0.001$) entre el control interno y la auditoría, por lo que se concluye que el aumento en los niveles de cumplimiento del control interno incide de forma positiva en el cumplimiento de los parámetros específicos de la auditoría, es decir a mayor cumplimiento del control interno mejores serán los resultados de la auditoría y sobre todo la auditoría se ve influenciada en mayor medida por los niveles de cumplimiento de las actividades de control y de la información y comunicación dentro del sistema de control interno en las empresas analizadas.

El ambiente de control, aunque con una relación baja, contribuye a establecer una base ética y cultural para el correcto desarrollo de los procesos de auditoría, proporcionando una estructura que facilita la identificación de irregularidades.

La relación moderada entre la gestión de riesgos y la auditoría sugiere que, al identificar y evaluar riesgos potenciales, se pueden focalizar los esfuerzos de auditoría en áreas estratégicas que presentan mayores vulnerabilidades.

La supervisión, al mostrar una relación moderada con la auditoría, subraya su importancia en el seguimiento continuo de los controles internos, permitiendo la corrección de desviaciones y el fortalecimiento de la fiabilidad del sistema de auditoría.

Las actividades de control, al presentar una relación fuerte con la auditoría, indican que la implementación de procedimientos específicos de control interno facilita la precisión de los resultados y minimiza posibles errores en el proceso de auditoría.

La información y comunicación, con una relación muy fuerte con la auditoría, son elementos críticos para el flujo constante de datos necesarios en la auditoría, ya que aseguran la transparencia y el acceso a información relevante y actualizada.

Los resultados generales demuestran la importancia de implementar correctamente el control interno para superar la auditoría, por lo que se sugiere que se aumenten los niveles de cumplimiento de los componentes del control interno en las empresas del sector servicio de Lima Metropolitana, para de igual forma tener un mayor nivel de cumplimiento de los componentes fundamentales de la auditoría.

REFERENCIAS

- Abdillah, M. R., Mardijuwono, A. W., & Habiburrochman, H. (2019). The effect of company characteristics and auditor characteristics to audit report lag. *Asian Journal of Accounting Research*, 4(1), 129-144. <https://doi.org/10.1108/AJAR-05-2019-0042>
- Abiodun, E. A. (2020). Internal control procedures and firm's performance. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 9(2), 6407-6415. <https://www.researchgate.net/profile/Anthony-Eniola/publication/339412945>
- Arias, F. G. (2016). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica* (7ma de.). Editorial Episteme.
- Barrera-Guerra, J. (2020). Control Interno, su vínculo con la Eficiencia Operativa y la Rentabilidad. *Vinculatégica EFAN*, 1(57), 734-41. http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica6_1/57%20BARRERA.pdf
- Carrera-López, J. S., Bedor-Vargas, D. D., & Borja-Salinas, E. I. (2020). Auditoría financiera para el control interno en los procesos departamentales de una empresa. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(3), 903-921. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7518075>
- Castillo, A., & Fernández, M. (2022). La influencia de las actividades de control en la efectividad de la auditoría interna. *Revista de Auditoría y Control Interno*, 15(3), 120-134.

- Chalmers, K., Hay, D., & Khlif, H. (2019). Internal control in accounting research: A review. *Journal of Accounting Literature*, 42(1), 80-103.
<https://doi.org/10.1016/j.acclit.2018.03.002>
- Chang, Y. T., Chen, H., Cheng, R. K., & Chi, W. (2019). The impact of internal audit attributes on the effectiveness of internal control over operations and compliance. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 15(1), 1-19.
<https://doi.org/10.1016/j.jcae.2018.11.002>
- Chávez, L. (2021). Comunicación organizacional y su impacto en la auditoría. *Journal of Organizational Studies*, 28(2), 45-60.
- Comendeiro, H. (2021). *El efecto del control interno en la productividad en ventas de las empresas de Nuevo León que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores* [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional UANL.
<http://eprints.uanl.mx/23413/1/1080080929.pdf>
- Contraloría General de la República. (2015). *Guía Técnica de Auditoría (GU-SCPACU-02)*.
https://doc.contraloria.gob.pe/libros/2/pdf/Guia_Tecnicas_Auditoria.pdf
- Cruz, B., & Martínez, J. (2023). Gestión de riesgos y auditoría: Un enfoque integrado. *International Journal of Risk Management*, 21(1), 99-110.
- Díaz, S., & Herrera, P. (2023). La supervisión como componente esencial del control interno. *Revista Latinoamericana de Administración*, 12(4), 215-230.
- Durán, A. (2018). El nuevo enfoque de riesgo en el control interno de la administración pública venezolana. *Sapienza Organizacional*, 5(9), 81-104.
<https://www.redalyc.org/journal/5530/553056570005/553056570005.pdf>
- Erazo, C. M., Robles, D. G., Cifuentes, L. M., & Saquisari, D. L. (2021). Auditoría integral en inventarios y costos de ventas en negocios del Cacao Ecuatoriano. *Revista de ciencias sociales*, 27(3), 391-403. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8081779>

- Franco, W., y Salazar, O. (2012). *Aplicación del componente de supervisión o monitoreo del sistema de control interno-COSO, para un efectivo control sobre la información financiera de la empresa Químicos SAMANOX SA, de la ciudad de Guayaquil* [Tesis de licenciatura, Universidad Estatal de Milagro]. Repositorio institucional de la Universidad Estatal de Milagro. <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/1454>
- Gomez, M., y Lazarte, C. (2019). *CONTROL INTERNO* [Proyecto de investigación, Universidad Nacional de Tucumán]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Tucumán. <http://repositorio.face.unt.edu.ar:8920/handle/123456789/766>
- Gómez, R., & Torres, F. (2021). Actividades de control y confiabilidad de los resultados de auditoría. *Auditoría y Contabilidad*, 10(5), 78-90.
- Gutiérrez, C., & Pérez, T. (2022). El ambiente de control en organizaciones de alto riesgo. *Estudios de Control Interno*, 9(1), 37-52.
- Heredia, M. (2021). Cultura organizacional y auditoría: Interacciones y resultados. *Revista de Estudios Organizacionales*, 7(2), 110-124.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Ilyas, S., Sutisna, D., & Saudi, M. H. (2021). The Role of Control Environment In Developing Internal Control Effectiveness And Good Corporate Government. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(8), 276-285. <https://doi.org/10.17762/turcomat.v12i8.2796>
- Johnson, L. (2023). Elementos clave en la implementación del ambiente de control. *Journal of Internal Auditing*, 14(1), 88-97.
- Kim, J.-B., Lee, J. J., & Park, J. C. (2022). Internal control weakness and the asymmetrical behavior of selling, general, and administrative costs. *Journal of Accounting Auditing & Finance*, 37(1), 259–292. <https://doi.org/10.1177/0148558x19868114>

- Lee, S. W. (2022). Methods for testing statistical differences between groups in medical research: statistical standard and guideline of Life Cycle Committee. *Life Cycle*, 2, e1. <https://doi.org/10.54724/lc.2022.e1>
- Li, Y., Li, X., Xiang, E., & Djajadikerta, H. G. (2020). Financial distress, internal control, and earnings management: Evidence from China. *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, 16(3), 100210. <https://doi.org/10.1016/j.jcae.2020.100210>
- Makram, A. M., Wang, J., Vaghela, G., Gala, D., Quan, N. K., Duc, N. T. M., ... & Huy, N. T. (2022). Is checklist an effective tool for teaching research students? A survey-based study. *BMC Medical Education*, 22(1), 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03632-z>
- Manrique, J. (2019). *Introducción a la auditoría*. Universidad Católica Los Ángeles Chimbote. <https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/14790/INTRODUCCION%20A%20LA%20AUDITORIA%20%281%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Martínez-Corona, J. I., Palacios-Almón, G. E., & Oliva-Garza, D. B. (2023). Guía para la revisión y el análisis documental: Propuesta desde el enfoque investigativo. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 19(1), 67-83. <http://dx.doi.org/10.35197/rx.19.01.2023.03.jm>
- Medina, R., & Rosales, P. (2022). Información y comunicación en el proceso de auditoría. *Estudios en Transparencia y Auditoría*, 18(3), 144-159.
- Mejias-Guevara, B., Nuñez-Cruz, C., y Nazur-Borrás, L. (2022). Procedimiento para implantar el ambiente de control en organizaciones. *Ciencias Holguín*, 28(1), 1-12. <https://www.redalyc.org/journal/1815/181570010002/181570010002.pdf>
- Mendoza, Y. (2018). *Auditoría de gestión y su incidencia en la administración en los bienes de larga duración del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pichincha, año 2017* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/e49af280-de6e-4f8a-8a75-db94ad95c497>

- Mendoza, M. (2020). Implementación del sistema de control interno en la gestión administrativa de las unidades ejecutoras del Ministerio del Interior en el sur del Perú. *Revista de investigaciones*, 9(2), 101-109. <https://doi.org/10.26788/riepg.v9i2.2111>
- Monterde, N. (2018). *Revisión de los indicadores de calidad del servicio en terminales de contenedores de la autoridad portuaria de Valencia* [Tesis de maestría, Universidad Pontificia Comillas]. Repositorio institucional de la Universidad Pontificia Comillas. <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/35633>
- Moreno, J. (2023). Estructura de control y su incidencia en el sistema de auditoría. *Revista Internacional de Administración y Finanzas*, 5(2), 75-92.
- Ochoa, J. A. V., Acosta, J. C. C., Cataño, D. F. G., Guzmán, A. J., Sánchez, V. M. C., & Muñoz, L. Y. A. (2020). Sistema de control interno en el proceso general de la auditoría. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 28859-28871. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-365>
- Purba, M., Simanjutak, D., Malau, Y., Sholihat, W., & Ahmadi, E. (2021). The effect of digital marketing and e-commerce on financial performance and business sustainability of MSMEs during COVID-19 pandemic in Indonesia. *International Journal of Data and Network Science*, 5(3), 275-282. <http://dx.doi.org/10.5267/j.ijdns.2021.6.006>
- Ramírez, O. (2022). La gestión de riesgos en la auditoría interna. *Control y Gestión Organizacional*, 19(4), 201-215.
- Ríos, F. (2021). Supervisión y eficacia del control interno en auditoría. *Perspectivas de la Auditoría*, 13(3), 60-75.
- Rivera, G. (2023). Importancia de la comunicación en la auditoría interna. *Revista de Contabilidad y Control Interno*, 22(2), 183-195.
- Ruiz, R. (2021). LAS TEORÍAS DEL CONTROL Y EVALUACIÓN ORGANIZACIONAL INDEPENDIENTE. *Criterio libre*, 18(32), 71–107. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2020v18n32.7112>

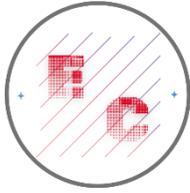
- Santa Cruz Marín, M. (2015). El control interno basado en el modelo COSO. *Revista De Investigación Valor Contable*, 1(1). <https://doi.org/10.17162/rivc.v1i1.832>
- Schandl, A., & Foster, P. L. (2019). *COSO Internal Control – Integrated Framework: An Implementation Guide for the Healthcare Provider Industry*. Crowe.
<https://www.coso.org/Shared%20Documents/CROWE-COSO-Internal-Control-Integrated-Framework.pdf>
- Sondakh, R. (2019). The effect of dividend policy, liquidity, profitability and firm size on firm value in financial service sector industries listed in Indonesia stock exchange 2015-2018 period. *Accountability*, 8(2), 91-101. <https://doi.org/10.32400/ja.24760.8.2.2019.91-101>
- Suárez, C. S., & García, L. A. (2021). El nivel de eficacia y eficiencia como principio fundamental de la gestión documental. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 6(1), 87-101. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5513107>
- Sudirman, S., Sasmita, H., Krisnanto, B., & Muchsidin, F. F. (2021). Effectiveness of Internal Audit in Supporting Internal Control and Prevention of Fraud. *Bongaya Journal of Research in Accounting (BJRA)*, 4(1), 8-15. <https://ojs.stiem-bongaya.ac.id/BJRA/article/view/271/194>
- Taherdoost, H. (2022). What are Different Research Approaches? Comprehensive Review of Qualitative, Quantitative, and Mixed Method Research, Their Applications, Types, and Limitations. *Journal of Management Science & Engineering research*, 5(1), 53-63.
<http://dx.doi.org/10.30564/jmser.v5i1.4538>
- Tapia, L. M., Couto, G., Pimentel, P., & Castanho, R. A. (2022). Internal Control and Its Application in Public Management: A Literature Review. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, 19, 326-337. <https://doi.org/10.37394/23207.2022.19.29>
- Tebergaoui, N. N., Djaouahdou, R., Benhaoues, K., & Tăbîrcă, A. I. (2022). Exploring the Position of Modern Technologies in Activating the Remote Audit Approach in Light of the

- Corona Pandemic-a Big 4 Case Study—. *Valahian Journal of Economic Studies*, 13(2), 1-18. <https://doi.org/10.2478/vjes-2022-0011>
- Thompson, A. (2021). Evaluación de riesgos y su impacto en la planificación de auditorías. *Auditoría y Gestión de Riesgos*, 6(2), 102-116.
- Valadez, N. (sf.). *La auditoría Técnica Normativa a Obra Pública y a Servicios Relacionados*. Instituto Mexicano de Auditoría Técnica, A.C.
- Valeriano, L. F. (2020). La auditoría de gestión en el Perú y su impacto en el desarrollo empresarial. *Gestión en el tercer milenio*, 23(46), 107-111. <https://doi.org/10.15381/gtm.v23i46.19159>
- Vargas, E., & López, M. (2022). Supervisión en el control interno y su rol en la auditoría. *Revista de Administración y Supervisión*, 11(1), 53-69.
- Vega, L., & Marrero, F. (2021). Evolución del control interno hacia una gestión integrada al control de gestión. *Estudios de la Gestión: revista internacional de administración*, (10), 211-230. <https://doi.org/10.32719/25506641.2021.10.10>
- Villacorta Cavero, A. (2020). *Auditoría interna y gestión de riesgos : cuaderno de trabajo* [Trabajo de investigación, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/11837>
- War, N., & Barlis, J. (2023). Relación entre los componentes de control interno y la auditoría. *Journal of Internal Control Systems*, 8(4), 250-267.
- War, W., & Barlis, M. J. P. (2023). The Correlation of Financial Management Practices and Controlling Mechanisms for Financial Management Challenges and Issues the Case of Franciscan Missionaries of Mary Congregation. *Business Economic, Communication, and Social Sciences Journal (BECOSS)*, 5(2), 101-114. <https://doi.org/10.21512/becossjournal.v5i2.9780>

Younas, Ms. A., & Md Kassim, D. A. A. (2019). Essentiality of internal control in Audit process.

International Journal of Business and Applied Social Science, 5(11), 1–6.

<https://doi.org/10.33642/ijbass.v5n11p1>



Revista Multidisciplinar Epistemología de las Ciencias

Volumen 1, Número 1, 2024

**TRANSICIÓN GENERACIONAL DOCENTE EN UNA UNIVERSIDAD
PEDAGÓGICA: ANÁLISIS DE FACTORES MOTIVACIONALES Y DEL
DESEMPEÑO LABORAL**

**GENERATIONAL TRANSITION OF TEACHERS IN A PEDAGOGICAL
UNIVERSITY: ANALYSIS OF MOTIVATIONAL FACTORS AND
JOB PERFORMANCE**

Gustavo Adolfo González Cáceres

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán, Honduras

Transición generacional docente en una universidad pedagógica: análisis de factores motivacionales y del desempeño laboral

Generational transition of teachers in a pedagogical university: analysis of motivational factors and job performance

Gustavo Adolfo González Cáceres

ggonzales@upnfm.edu.hn

<https://orcid.org/0000-0001-9486-7905>

Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán

Honduras

RESUMEN

En este estudio se buscó analizar el impacto de los factores motivacionales en el desempeño laboral de los docentes de relevo generacional de una universidad pedagógica en Honduras. Se efectuó un estudio cuantitativo en el que se analizaron dos variables: motivación y desempeño laboral. Para ello se aplicó un cuestionario en línea dirigido a los docentes de relevo generacional, posteriormente se realizó el análisis estadístico utilizando SPSS, tomando como base del estudio las pruebas no paramétricas y el coeficiente de correlación de Spearman. Los resultados mostraron que existe una relación positiva entre la motivación y el desempeño laboral, pero esta es baja ($\rho = 0.067$). Sin embargo, se evidencia que el desempeño laboral de los docentes se ve impactado por la cultura organizacional (0.272^*) y el clima laboral (0.271^*), reflejándose más en el desempeño en la tarea (0.363^*) y en el desempeño adaptativo (-0.452^*). De igual manera, se ha comprobado que la estabilidad laboral y la remuneración económica no siempre son predictores determinantes de un buen desempeño laboral.

Palabras clave: desempeño laboral, docentes de relevo generacional, motivación.

ABSTRACT

This study sought to analyze the impact of motivational factors on the job performance of generational replacement teachers at a pedagogical university in Honduras. A quantitative study was conducted in which two variables were analyzed: motivation and job performance. For this purpose, an online questionnaire was administered to generational replacement teachers, followed by statistical analysis using SPSS, based on non-parametric tests and Spearman's correlation coefficient. The results showed that there is a positive relationship between motivation and job performance, but it is low (ρ 0.067). However, it is evident that teachers' job performance is impacted by organizational culture (0.272*) and work climate (0.271*), reflecting more on task performance (0.363*) and adaptive performance (-0.452*). Similarly, it has been proven that job stability and economic remuneration are not always determining predictors of good job performance.

Keywords: generational replacement teachers, job performance, motivation.

Recibido: 20 de diciembre 2024 | Modificación: 28 de diciembre 2024

Aceptado: 31 de diciembre 2024

INTRODUCCIÓN

En este artículo se realiza una exposición sobre la relación que existe entre los factores motivacionales y el desempeño laboral de los docentes de relevo generacional en la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán (UPNFM), institución formadora de docentes en Honduras. La motivación y el desempeño laboral de los colaboradores de una organización son temas que han ocupado un especial interés en los estudios de autores connotados durante varios años, entre ellos: De Quijano (1998), Gabini (2018), Gallardo et al. (2010), Harari et al. (2016), Manjarrés et al. (2016), Naranjo Pereira (2009), Newstrom (2011), Robinson y Bennett (1995).

Tomando como base dos estudios realizados, uno en la Universidad Tecnológica de Honduras (UTH) y otro en la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán (UPNFM),

se puede percibir el nivel de importancia que se le ha otorgado al desempeño docente. El estudio de Flores Osorto (2015) resalta que hay una serie de factores que inciden en determinar las competencias profesionales que establecen el buen desempeño de los docentes, entre ellas: autoconfianza, sensibilidad interpersonal, control de cambio emocional, empatía, identificación con la organización, trabajo en equipo, pensamiento estratégico y liderazgo. Por su parte, en la UPNFM Chinchilla (2013) nos ofrece una visión acerca de la evaluación del desempeño docente en esta universidad vista como una experiencia en construcción. Se enfoca en la descripción de los procedimientos desarrollados en la evaluación del desempeño docente por parte de la Dirección de Evaluación y Acreditación de la UPNFM.

La motivación es un aspecto de gran relevancia en las diferentes áreas de la vida, por lo cual se convierte en uno de los elementos centrales que conduce lo que el individuo realiza y hacia qué objetivos se dirige. Naranjo Pereira (2009, p. 153) recopila algunas definiciones para el término motivación, entre ellas se encuentra la de Santrock (2002) quien dice que es el conjunto de razones por las que las personas se comportan de las formas en que lo hacen; el comportamiento motivado es vigoroso, dirigido y sostenido. Por su parte, Ajello (2003) señala que la motivación debe ser entendida como la trama que sostiene el desarrollo de aquellas actividades que son significativas para la persona y en las que esta toma parte.

De manera similar está la propuesta de Herrera et al. (2004) quienes después del análisis de varias opiniones llegan a formular una definición sobre motivación en donde se entiende como el proceso que explica el inicio, dirección, intensidad y perseverancia de la conducta encaminada hacia el logro de una meta, modulado por las percepciones que los sujetos tienen de sí mismos y por las tareas a las que se tienen que enfrentar (Ibidem). Con todas estas perspectivas teóricas acerca del término en cuestión queda muy claro por qué nuestro accionar siempre se ve motivado por algo y en la parte laboral se manifiesta de una forma muy clara.

El pensamiento organizacional se actualiza constantemente y eso lo hemos visto con el surgir y pasar de las diferentes teorías administrativas y como tal ha surgido una que se centra en el tema de la motivación. Se entiende que todos los colaboradores tienen un factor que los impulsa a hacer el mejor trabajo posible dentro de sus asignaciones y con esto lograr un tipo de recompensa, ya sea material o de índole simbólico. Los encargados de la dirección de las empresas han incorporado en su plan de acción este nuevo y fundamental concepto para así lograr las metas establecidas en su organización. Es imposible, en estos tiempos, que se ignore la magnitud en cuanto a la importancia que se le debe dar a la motivación en los espacios laborales.

En las lecturas que se pueden desarrollar al respecto, es preciso mencionar que desde un principio la motivación laboral ha sido tratada desde enfoques parciales en los que la motivación se hallaba, de alguna manera, implícita, pero no la han abordado de manera directa. Considérese que este concepto es tan amplio, por lo que se abordaba solo en algunas de sus acepciones que implicaba grosso modo lo laboral. Por un lado, se han estudiado los antecedentes de la motivación, o sea, variables que inciden en la conducta del individuo (necesidades, motivos, metas u objetivos), y por otro, los consecuentes de la motivación - características del puesto, potencial motivador, *empowerment*, entre otros (De Quijano, 1998). Resulta muy apropiado realizar más acercamientos a esta concepción de motivación para así comprender su consideración dentro del estudio e implementación en las organizaciones.

Con relación al proceso motivacional, Gallardo et al. (2010) mencionan que el soporte de las primeras teorías de la motivación y de las concepciones clásicas de administración de empresas descansa en un esquema sencillo del proceso motivacional, el cual está presente hoy en día en los planteamientos actuales sobre el comportamiento humano. De hecho, Leavitt (1964) sugiere que el comportamiento de una persona es causado, motivado y orientado; causado porque tanto las experiencias anteriores como el entorno influyen en la forma de actuar de las personas; motivado en el sentido que existe una finalidad en toda la conducta

humana y orientado a esos fines. Por ende, el comportamiento humano es posible explicarlo mediante el proceso motivacional.

En el transcurso de los años se han realizado estudios e interpretaciones al proceso motivacional, pero los primeros han sido desde un punto de vista intrínseco. Siendo Harris (1980) quien desarrolló un análisis del proceso de motivación negativo que consiste en inducir el comportamiento de un colaborador mediante el uso de sanciones y amenazas. Para que dicho proceso tenga éxito a largo plazo es preciso que las sanciones y amenazas deban realizarse de manera constante para reforzar y mantener el temor. Continúa expresando este autor que la gente necesita protección para preservar y proteger lo que ya tiene; en este modelo se trata de hacer sentir al trabajador como un ser dependiente de la organización, pues es la única que le puede ofrecer protección.

Continuando con la presentación de ideas acerca del proceso motivacional que es abordado por diversos autores de relevancia en el área administrativa, se resalta que en 1992 Chiavenato expuso un camino alternativo al considerar que no siempre se logran satisfacer las necesidades, considerando los estados de frustración o compensación. Si no se logra satisfacer la necesidad que provocó el proceso, el individuo queda en un estado de frustración. En otras situaciones, la necesidad inicial es transferida. Esto sería cuando ante una necesidad imposible de satisfacer el individuo consigue reducir la intensidad de esta mediante la satisfacción de otra intermedia. Aquí es evidente cómo baja el nivel de impulso o fuerza que llevaría al colaborador a alcanzar la motivación necesaria para así cumplir su meta, al no ver esa posibilidad, el esfuerzo queda a medio camino.

Cada individuo que es responsable de una serie de acciones o tareas dentro de una organización debe hacer esa labor de la mejor manera para que todo el esfuerzo que ha puesto en el desarrollo de la misma sea evidente, esto sería lo que se conoce como desempeño laboral, el cual puede ser óptimo o pésimo, pero como sea, es evidente. El desempeño laboral se entiende como el conjunto de acciones que deben ejecutar los individuos en función de los

objetivos y metas de la organización en la cual laboran. Es decir, este concepto cobra sentido en los contextos de acción donde los colaboradores prestan sus servicios a alguien más, no tanto así en las actividades de índole personal o individual, siempre estará presente, pero no será tan relevante como cuando se hace dentro de una organización.

Este término en su conjunto ha sido abordado por varios estudiosos en sus investigaciones y proyectos que se relacionan con el rol de los individuos dentro de una organización. Uno de ellos es Vroom (1964), quien señala que el desempeño laboral de las personas está en función de dos variables, una representada por su capacitación intelectual y técnica y la otra por su motivación, para emplear sus capacidades en el cumplimiento de su labor. Otro teórico de peso es Herzberg (1968) quien al respecto opina que “el desempeño es una variable dependiente y está íntimamente relacionada con el nivel de satisfacción que experimenta el individuo con la jornada que realiza” (p. 29).

Desde que en las organizaciones se preocupan por el desempeño de sus colaboradores se han establecido varios criterios mediante los cuales sería posible visualizar el logro de los objetivos propuestos mediante la ejecución de las tareas asignadas. El desempeño siempre se ha medido a través del análisis del puesto de trabajo y el cumplimiento de las obligaciones dentro del mismo (Bernardin & Beatty, 1984). Comenta Chiavenato (2004) que debido a los cambios socioeconómicos que han conllevado mercados volubles y turbulentos, se han empezado a considerar otros indicadores de desempeño que no se incluyen dentro de la descripción del puesto o rol descrito y que son necesarios para una mejora de la efectividad organizacional.

En tal sentido, se han incluido las conductas extra-rol, por ejemplo, las conductas de ciudadanía organizacional (Bateman & Organ, 1983) y las conductas contraproductivas (Robinson & Bennett, 1995). Téngase presente que estas conductas incluidas dentro del desempeño del empleado son totalmente opuestas y llevan a una mayor o menor efectividad de la empresa. De hecho, ambas han sido relacionadas con las actitudes laborales, tanto con la

satisfacción laboral como con el compromiso organizacional con distinto signo. Para complementar esta idea, Anderson et al. (2001) y Sackett (2002) consideran que la satisfacción laboral y el compromiso organizacional aumentan las conductas de ciudadanía organizacional, mientras que disminuyen las conductas contraproductivas.

Bajo la perspectiva de las conductas, el desempeño dentro del puesto o el desempeño intra-rol ha de entenderse como la ejecución efectiva del trabajador de las tareas o del puesto y una contribución útil al entorno sociolaboral (Abramis, 1994). Al ámbito laboral se han incluido las *conductas extra-rol* que son entendidas como las que no son propias del puesto de trabajo o rol que debe desempeñar el colaborador. Dentro de estas conductas están consideradas las conductas de ciudadanía organizacional, la conducta de organización prosocial y las conductas de denuncia y el disentimiento de la organización por principios.

García et al. (2008) proponen un modelo de evaluación por competencias a partir del conocimiento de prácticas de evaluación del desempeño, la experimentación de estrategias novedosas y diferentes indicadores de competencia para llegar a un resultado, entre ellos: cognitivos (adquirir y usar conocimiento para solucionar problemas); técnicos (habilidades, puesta en práctica de procedimientos); integral (integración de conocimiento básico y aplicado); relacional (comunicación efectiva) y afectivo-moral (respeto ante una persona o situación). Cabe mencionar que este modelo trata de desarrollar un sistema para mejorar aptitudes en los trabajadores, resaltar la importancia de determinado cargo y contribuir para que la evaluación repercuta en mejores prácticas didácticas. El objetivo fundamental es intentar que la evaluación del desempeño sea vista con responsabilidad en el marco de la autonomía y la autorregulación de los involucrados.

El concepto de desempeño docente va a cobrar un especial sentido dependiendo de los elementos que se le atribuyan, así como a la forma en la que se le juzgue. Dando una aproximación a este concepto, para el Grupo sobre Desempeño Docente que apoya a la OREALC, se trata del proceso de movilización de sus capacidades profesionales, su

disposición personal y su responsabilidad social para: articular relaciones significativas entre los componentes que impactan la formación de los alumnos; participar en la gestión educativa; fortalecer una cultura institucional democrática, e intervenir en el diseño, implementación y evaluación de políticas educativas locales y nacionales, para promover en los estudiantes aprendizajes y desarrollo de competencias y habilidades para la vida (Martínez Ruiz & Lavín García, 2017).

METODOLOGÍA

De acuerdo con las preguntas y los objetivos de investigación que se han planteado para este trabajo, el enfoque mediante el cual se regirá todo el proceso será el cuantitativo, esto porque se requiere de datos objetivos con relación a la situación de estudio. En ese sentido, Bernal (2016) expresa que “en esta investigación considerada como método tradicional, general o positivista su objetivo es la medición y la generalización de resultados” (p. 97). En opinión de Ríos Ramírez (2017) este alcance se encarga de medir la relación entre dos variables, no determinan causas y efectos, pero puede ser un indicio para una investigación futura. En consonancia con el enfoque, el alcance que se establece aquí es de tipo correlacional, pues se verá cómo las dos variables en estudio están relacionadas entre sí (recíproca o inversamente). De acuerdo con los intereses que se persiguen con la investigación, el diseño será descriptivo de tipo transversal, se favorece la aplicación de un diseño transversal simple, “en donde se extrae una muestra de encuestados de la población meta y se obtiene información de esta muestra una vez” (Malhotra, 2008, p. 84).

Para el contexto de esta investigación se ha considerado tomar como participantes al personal docente de la UPNFM (todos los campus). Se va a requerir a todos los docentes de relevo generacional del sistema presencial que han ingresado a la carrera docente a partir de la modificación del plan de estudios (en el 2008), pero que por condiciones de preparación académica se han incorporado entre el año 2012 al 2020. La población docente en la universidad es de 1198 profesores del Sistema Presencial y Distancia, según datos de la

Memoria Estadística UPNFM del año 2019 (durante el 2020 y 2021 no ha habido movimiento significativo en la cifra), de la cual y según los criterios de selección mencionados anteriormente (docentes en servicio en el sistema presencial y año de ingreso a la universidad). La población en estudio está conformada por 233 docentes de relevo generacional. En tal sentido, se ha aplicado fórmula estadística con valores precisos ($N: 233$; $Z\alpha^2: 1.645$; $p: 0.05$; $q: 0.95$; $d^2: 0.03$) para obtener la muestra que en este caso es de 89 participantes.

Según el planteamiento de los objetivos y del diseño de investigación propuesto, el proceso de recolección de datos será indirecto debido a que se empleará el cuestionario como principal instrumento para recolectar datos con los sujetos participantes en el estudio. Este instrumento se estructura con preguntas de estimación de tipo intención (escala de Likert: *muy en desacuerdo, en desacuerdo, parcialmente de acuerdo, de acuerdo, muy de acuerdo*). La variable motivación cuenta con 34 reactivos y la variable de desempeño laboral con 43 reactivos, siendo un total de 77 enunciados. El instrumento se encuentra disponible en formato digital en un formulario de Google.

La variable motivación está estructurada por las siguientes dimensiones: cultura organizacional, estabilidad laboral, liderazgo directivo, remuneración económica, carrera profesional y clima laboral. Por su parte, la variable de desempeño laboral, se estructura por: desempeño en la tarea, desempeño en el contexto, comportamientos laborales contraproducentes, desempeño adaptativo, desempeño creativo y proactividad. La validez del cuestionario se ha llevado a cabo mediante el procedimiento de revisión por expertos, en el cual se ha contado con la colaboración de cuatro docentes universitarios especialistas en el área de la administración, dos de ellos con el grado de doctorado y los otros dos pasantes de doctorado, de hecho, uno de estos es especialista en psicometría. Respecto al pilotaje del instrumento, se ha contado con la colaboración de los docentes de relevo generacional pertenecientes a los Centros Regionales Universitarios de Danlí y Juticalpa.

RESULTADOS

Entre los principales resultados obtenidos en este estudio se destacan los siguientes:

Tabla 1

Correlaciones de la variable "motivación"

Factores motivacionales	Desempeño laboral		
	n	rho	p
Cultura organizacional	88	.272*	.010
Estabilidad laboral	88	-.041	.706
Liderazgo directivo	88	.068	.527
Remuneración económica	88	-.137	.204
Carrera profesional	88	.129	.229
Clima laboral	88	.271*	.011
Factores motivacionales	88	.067	.536

Nota: Creación propia (2021) a partir del programa SPSS Statistics 25

De las seis dimensiones de la variable motivación, cinco son las que presentan mayor coeficiente de correlación y nivel de significancia con el desempeño laboral. El orden de impacto sería: *cultura organizacional* (0,010), *clima laboral* (0,011), *carrera profesional* (0,229), *liderazgo directivo* (0,527), *remuneración económica* (-0,137) y *estabilidad laboral* (-0,041). En este sentido, solo las primeras dos dimensiones son significativas porque están dentro del rango de significancia establecido ($\leq 0,05$).

Tabla 2

Correlaciones de la variable "desempeño laboral"

Desempeño laboral	Factores motivacionales		
	n	rho	p
Desempeño en la tarea	88	.363*	.001

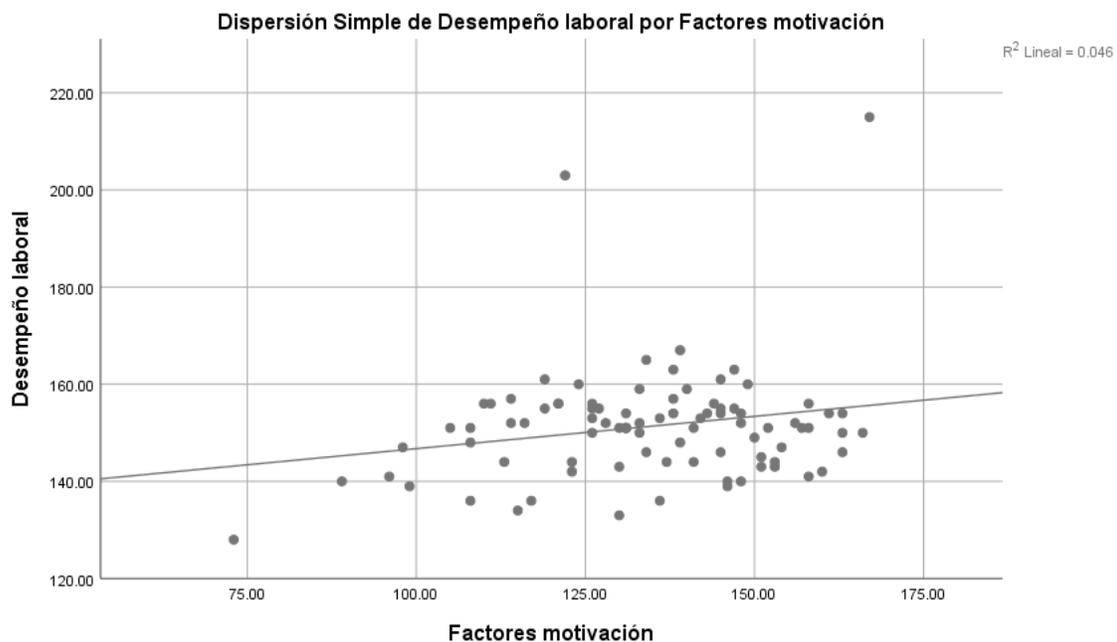
Desempeño en el contexto	88	.119	.270
Comp. laborales contraproducentes	88	-.452*	.000
Desempeño adaptativo	88	.219	.041
Desempeño creativo	88	-.265	.012
Proactividad	88	.208	.051
Desempeño laboral	88	.067	.536

Nota: Creación propia (2021) a partir del programa SPSS Statistics 25

Respecto a las dimensiones de la variable desempeño laboral, tres son las que resultan con una relación significativa con la variable motivación. Tomando el nivel de significancia, son en este caso: *desempeño en la tarea* (0,001), *desempeño adaptativo* (0,041) y *proactividad* (0,051 [se pasa por un poco]).

Figura 1

Gráfico de dispersión de las variables “desempeño laboral” y “motivación”

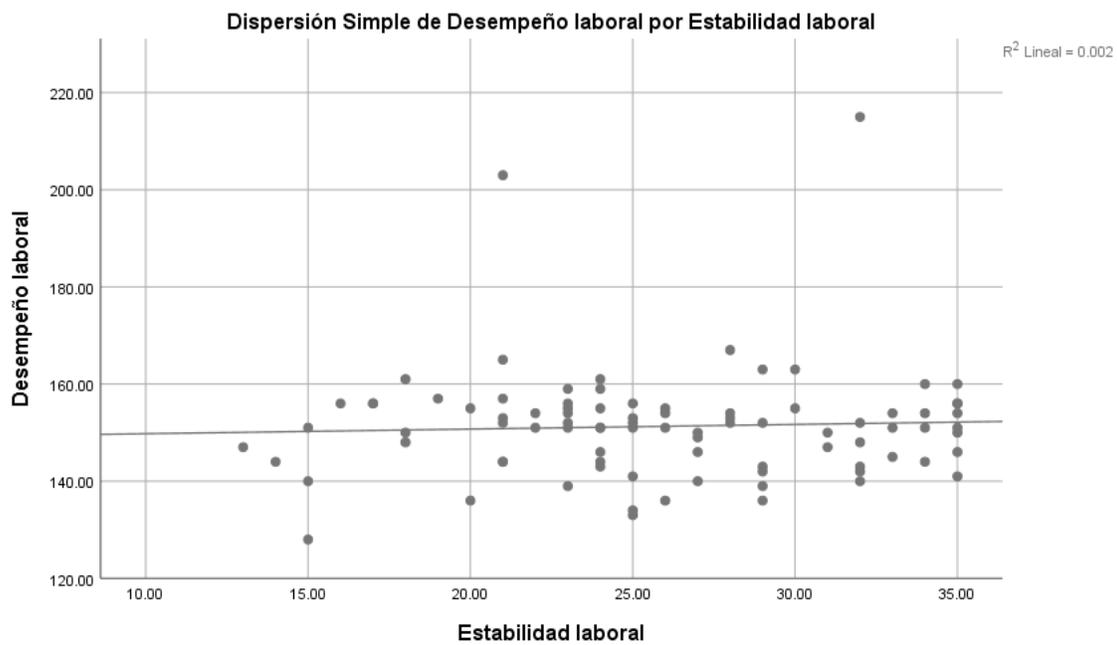


Nota: Creación propia (2021) a partir del programa SPSS Statistics 25

Ahora bien, si observamos la tabla de las correlaciones (cfr. Tabla 1) se aprecia que, específicamente, entre las variables **motivación** y **desempeño laboral** (ambas son el resultado de la sumatoria de sus dimensiones y se ubican en los extremos de la tabla) hay una correlación positiva muy débil. El nivel de significancia es 0,536 (mayor a 0,05) y el coeficiente de correlación es 0,067 (se aleja de +1). Aquí se puede decir que analizar por separado las dimensiones resulta más factible para determinar qué factores tienen impacto entre sí, aunque, cabe mencionar, no ha salido ningún coeficiente de correlación fuerte o muy fuerte, solo moderada o débil. En la Ilustración 1 puede verse la distribución de los puntos correspondientes a estas dos variables generales.

Figura 2

Gráfico de dispersión de la variable "desempeño laboral" y la dimensión "estabilidad laboral"



Nota: Creación propia (2021) a partir del programa SPSS Statistics 25

Serrano (2018) ha mencionado que el tema de la estabilidad laboral genera cierta controversia en el ámbito, pues los trabajadores desean aportar sus conocimientos en organizaciones que los respalden y se sientan confiados, asimismo, este sería un factor

determinante para influir de manera positiva en el desempeño del colaborador. La experiencia cotidiana también nos hace reafirmar esta postura, ya que lo observado en las diferentes organizaciones hace visible esta relación positiva. Ahora bien, resulta de gran interés ver en los resultados de este trabajo una relación diferente entre estas dos variables. En este análisis de datos puede verse cómo la **estabilidad laboral** (vi) tiene un coeficiente de correlación de -0,041 (cercano a cero) y un nivel de significancia de 0,706 ($> 0,050$) respecto al **desempeño laboral** (vd). Esto indica la presencia de una correlación negativa muy débil entre ambas.

En este estudio se han propuesto tres hipótesis en donde se relacionan las dimensiones de la variable *motivación* con la variable *desempeño laboral*. Por lo cual a continuación se analizan y discuten los resultados obtenidos con el propósito de contrastar las hipótesis propuestas. La comprobación de las hipótesis será a partir del análisis de pruebas no paramétricas, dado que las variables son ordinales y no muestran una distribución normal.

DISCUSIÓN

El estudio del capital humano dentro de las instituciones de educación superior resulta interesante, pues a priori se pueden tener ciertas respuestas de cómo este se considera y evoluciona en ese contexto. Sin embargo, no se puede contar únicamente con análisis que parten de la experiencia observada diariamente, todo ese conocimiento debe ser sometido a pruebas objetivas para obtener datos fidedignos del por qué se da un tipo de comportamiento en los colaboradores y la manera en cómo este incide en otros ámbitos del espacio laboral. Respecto al análisis de los factores motivacionales del capital humano en el desempeño laboral de los docentes de relevo general en la UPNFM, se obtuvo una serie de resultados interesantes que se pueden contrastar con algunas teorías sobre modelos de motivación y desempeño laboral en las organizaciones.

Desde los inicios de la administración como ciencia se viene observando el lugar que le han dado a la motivación los diferentes teóricos que dedicaron muchos estudios al comportamiento organizacional. En este sentido, cabe mencionar que los primeros

economistas que se interesaron por las teorías de este tipo, no era para desarrollarlas, sino para buscarles su aplicación práctica. Adam Smith consideraba que gracias a la “mano invisible” la sociedad avanza, ya que, si un individuo busca su propio bien, esto conduce al bien general de la sociedad. Por su parte Taylor igualaba al patrón y a los empleados en cuanto a objetivos, dado que pretendían ganar más dinero y esto solo lo podían conseguir trabajando mejor, rindiendo más. Tanto Smith como Taylor aceptaron que los individuos en las organizaciones se mueven por conseguir su propio beneficio.

El contraste de los resultados obtenidos se hace con base a las teorías de contenido de motivación a las que alude Newstrom (2011). Con relación a la teoría bifactorial de Herzberg, de los dos aspectos distintivos (factores motivadores y de higiene), el análisis de las dimensiones referida a motivación en este trabajo de investigación resalta mayor vínculo con los factores de desarrollo o motivadores intrínsecos. En este grupo están: el trabajo en sí, el logro, la posibilidad de crecimiento, la responsabilidad, el avance y el reconocimiento; estableciendo así una relación con las dimensiones de *cultura organizacional*, *clima laboral*, *carrera profesional* y *liderazgo directivo*, pues estas cuatro han sido las que más impacto demostraron hacia el desempeño laboral de los docentes de relevo generacional. Por su parte, los factores de higiene o de mantenimiento (estatus, seguridad del empleo, condiciones de trabajo, sueldo) no han sido tan significativas en el estudio, dado que las dimensiones de *estabilidad laboral* y *remuneración económica* son las que menos correlación han tenido con la otra variable en estudio.

Respecto al modelo E-R-C de Alderfer, los resultados obtenidos en este estudio se vinculan más con las necesidades de relación y crecimiento (y en menor medida con las de existencia), en donde la adaptación de los colaboradores al entorno es esencial, así como el deseo de autoestima y autorrealización. Las dimensiones e indicadores del estudio que aquí se vinculan son: liderazgo directivo, sentido de pertenencia, trabajo en equipo, recompensas, flexibilidad y equipo de trabajo. Ahora bien, con la teoría de las expectativas, propuesta por

Vroom, no se logra establecer una relación directa con los resultados aquí obtenidos, pues en esta teoría el sistema es más complejo, dado que se requiere de una medición más detallada del comportamiento de los docentes de relevo generacional y ello es posible a través de una serie de observaciones directas no participantes.

CONCLUSIONES

Esta investigación tuvo como finalidad analizar el impacto de los factores motivacionales en el desempeño laboral de los docentes de relevo generacional de la UPNFM en el año 2021. Con base en un análisis cuantitativo de las dos variables en estudio, se puede concluir *que la motivación y sus dimensiones sí tienen un impacto positivo en el desempeño laboral*, pero en este contexto se determinó que *es una relación baja*. Esto significa que los docentes de relevo generacional no requieren estar motivados en su máximo nivel para tener un desempeño laboral adecuado, pues las condiciones que la universidad le da en la actualidad (tipo de contratación, carga laboral, antigüedad laboral) parecen ser suficientes para responder a las exigencias laborales de esta.

El análisis de las dimensiones de las variables motivación y desempeño laboral denotan una relación significativa, por lo que se puede afirmar un impacto positivo. Los factores motivacionales analizados son de carácter interno, o sea, toman sentido dentro de la institución, y la influencia que estos tienen respecto al desempeño laboral es evidente. Cabe mencionar que unos inciden más que otros, por lo menos en este grupo de docentes en estudio, por lo que habría que contrastar la información con otras estrategias de investigación para corroborar. En tal sentido, son tres las dimensiones de la variable motivación que más han destacado en su relación directa con el desempeño laboral, estas son: *cultura organizacional* (rho: 0.272; α : 0.010), *clima laboral* (rho: 0.271; α : 0.011) y *carrera profesional* (rho: 0.129; α : 0.229). Siendo sin lugar a duda la cultura organizacional y el clima laboral los que resultan con una correlación significativa en el nivel 0.05.

Por su parte, al analizar las dimensiones de la variable desempeño laboral y contrastarlas con la variable transformada motivación, hay cuatro que resultan tener correlación significativa y muy significativa, dos son positivas y dos negativas. De esta manera, el *desempeño en la tarea* ($\rho: 0.363$; $\alpha: 0.001$) y el *desempeño adaptativo* ($\rho: 0.219$; $\alpha: 0.041$) son las que mayor correlación positiva guardan con la motivación y sus dimensiones; no obstante, los *comportamientos laborales contraproducentes* ($\rho: -0.452$; $\alpha: 0.000$) y el *desempeño creativo* ($\rho: -0.266$; $\alpha: 0.012$) son las dimensiones con mayor correlación negativa o poca correlación con la otra variable en análisis. Sin lugar a dudas, al ver estos resultados se puede apreciar cómo los factores internos de la organización juegan un rol fundamental en el adecuado funcionamiento de los actores y actividades que allí convergen.

De acuerdo con los resultados estadísticos, las aproximaciones con algunos participantes y a la lectura comprensiva de la realidad en la que han laborado los docentes del sistema universitario en estos dos últimos años (situación de pandemia), es oportuno resaltar un factor interno e inherente al quehacer: el compromiso por la vocación docente. Este compromiso adoptado por los profesionales del magisterio ha permitido actuar y cumplir con las obligaciones demandadas por la UPNFM al momento de abrirles las puertas para ejercer con dignidad su profesión. Es por ello que los docentes de relevo generacional siempre harán lo posible por marcar la diferencia en sus labores y más aquellos que son noveles. Muestra de ello es la poca correlación de las dimensiones estudiadas: *estabilidad laboral* ($\rho: -0.041$; $\alpha: 0.706$) y *remuneración económica* ($\rho: -0.137$; $\alpha: 0.204$) por la parte de motivación; en desempeño laboral, *los comportamientos laborales contraproducentes* ($\rho: -0.452$; $\alpha: 0.000$) y el *desempeño creativo* ($\rho: -0.266$; $\alpha: 0.012$), de este último sí se requiere un análisis más detallado para comprender esta relación.

REFERENCIAS

- Abramis, D. J. (1994). Relationship of job stressors to job performance: linear or inverted-u? *Psychological Reports*, 75, 547-558.
- Ajello, A. M. (2003). *La motivación para aprender*. En C. Pontecorvo (Coord.), Manual de psicología de la educación (pp. 251-271). España: Popular.
- Anderson, N., Ones, D. S., Kepir, H. & Viswesvaran, C. (2001). *Handbook of Industrial and Organizational Psychology*. SAGE.
- Bateman, T. S. & Organ, D. W. (1983). Job satisfaction and the good soldier: the relationship between affect and employee citizenship. *The Academy of Management Journal*, 26 (4), 587-595.
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación*. 4ta edición. PEARSON.
- Bernardin, H.J. & Beatty, R.W. (1984). *Performance Appraisal: Assessing Human Behavior at Work*. Kent.
- Chiavenato, I. (1992). *Administración de recursos humanos*. McGraw-Hill.
- Chiavenato, I. (2004). *Comportamiento organizacional: la dinámica de las organizaciones*. Thomson.
- Chinchilla, B. (2013). La evaluación del desempeño docente en la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán: una experiencia en construcción. *Paradigma, Revista de Investigación Educativa*. 20(32), 11-22.
- De Quijano, S. (1998). Un modelo integrado de la motivación en el trabajo: conceptualización y medida. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*. 14 (2), 193-216.
- Flores Osorto, M. M. (2015). *La administración y las competencias profesionales que favorecen el desempeño docente*. Universidad Tecnológica de Honduras.
- Gabini, S. (2018). *Potenciales predictores del rendimiento laboral*. Teseo

- Gallardo Gallardo, E., Espluga Sellarés, M. & Triadó Ivern, X. M. (2010). *¿Qué debemos saber sobre la motivación laboral? Aproximación a un modelo de proceso motivacional en las organizaciones*. Universidad de Barcelona.
- García, B., Loredó, J., Luna, E. & Rueda, M. (2008). Memorias del IV Coloquio Iberoamericano sobre la evaluación de la docencia. México, D.F. 29, 30 y 31 de octubre de 2008. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 3 (1), 124-136.
- Harari, M. B., Reaves, A. C. & Viswesvaran, C. (2016). Creative and innovative performance: A meta-analysis of relationships with task, citizenship, and counterproductive job performance dimensions. *European Journal of Work and Organizational Psychology*, 25(4), 495-511.
- Harris, O. J. (1980). *Administración de recursos humanos. Conceptos de conducta interpersonal y casos*. Limusa.
- Herrera, D., Ramírez, M. I. Roa, J. M. y Herrera, I. (2004). Tratamiento de las creencias motivacionales en contextos educativos pluriculturales. *Revista Iberoamericana de Educación*, Sección de Investigación, 37(2).
- Herzberg, F. (1968, enero-febrero). Una vez más: ¿cómo motiva usted a sus empleados? Sin incrementar las condiciones de trabajo, aumentar los salarios o evadir tareas. *Harvard Business Review*.
- Leavitt, H. J. (1964). *Managerial psychology*. University of Chicago.
- Malhotra, N. K. (2008). *Investigación de mercados*. Quinta edición. Pearson Educación.
- Manjarrés, A., Castell, R. & Luna, C. (2013). Modelo de evaluación del desempeño basado en competencias. *INGENIARE*, 8 (15), 11-29.
- Martínez Ruiz, S. I. & Lavín García, J. L. (2017). *Aproximación al concepto de desempeño docente, una revisión conceptual sobre su delimitación*. Congreso Nacional de Investigación Educativa.
<http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2657.pdf>

- Naranjo Pereira, M. L. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Revista Educación*, 33(2), 153-170.
<https://www.redalyc.org/pdf/440/44012058010.pdf>
- Newstrom, J. W. (2011). *Comportamiento humano en el trabajo*. 13ª edición. McGraw-Hill
- Ríos Ramírez, R. R. (2017). *Metodología para la investigación y redacción (1ra ed.)*. Servicios Académicos Intercontinentales S.L. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2017/1662/index.html?id=1662>
- Robinson, S. L. & Bennett, R. (1995). A typology of deviant workforce behaviors: a multi-dimensional scaling study. *Academy of Management Journal*, 38, 555-572.
- Sackett, P. R. (2002). The structure of counterproductive work behaviors: Dimensionality and relationship with facets of job performance. *International Journal of Selection and Assessment*, 10(1-2), 5-11.
- Santrock, J. W. (2002). *Psicología de la educación*. McGraw-Hill.
- Serrano, G. (2018). *La Calidad de Planificación y la Estabilidad Laboral del Personal de la Entidad Financiera Interbank – Sede Huacho*. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú.
- Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. (2019). *Memoria estadística UPNFM 2019*.
<https://www.upnfm.edu.hn/phocadownload/Estadisticas/Memoria%20Estadstica%20UPNFM%202019.pdf>
- Vroom, V.H. (1964). *Work and Motivation*, John Wiley and Sons, New York, NY

