



EDITORIAL

ISSN: 2992-7102

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

VOLUMEN

06

JULIO - DICIEMBRE 2025

N 3

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
JUSTO SIERRA**



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®



ISSN: 2992-7102

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

Edición Especial

VOLUMEN
06

JULIO - DICIEMBRE 2025

Nº 3



UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA JUSTO SIERRA

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA JUSTO SIERRA

JULIO-DICIEMBRE 2025

ISSN: 2992-7102

Rector

Dr. Alejandro de Jesús Baqueiro Guillén

Consejo Editorial de la Revista UHJS

Dr. Darwin de Jesús Chi Moreno

Editor

Lic. Armida Guadalupe Cruz Miss

Corrección de Formato y estilo

Diseño

Lic. Miguel Ángel Yanes Tun

Diseño y página Web

Colaboradores

Lic. Alejandra de la Luz Baqueiro Pérez

Traducción y corrector en inglés

Mtra. Jacquelin Chablé Sánchez

Fotografía y recursos visuales

Revista de Investigación, volumen 6, número 3, julio-diciembre 2025, es una publicación semestral editada por la Universidad Hispanoamericana Justo Sierra S.C., con domicilio en prolongación avenida del duque, número 23, esquina calle jade, Colonia Vicente Guerrero, C.P. 24035, San Francisco de Campeche, Campeche, teléfono 9811445945. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título, número 04-2023-041910154400-102, expedido por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. ISSN 2992-7102. Responsable de la última actualización: Darwin de Jesús Chi Moreno, responsable de la Coordinación de Investigación y Vinculación Académica. Distribución electrónica gratuita. La responsabilidad de los artículos publicados en la Revista de Investigación recae de manera exclusiva en sus autores, y, no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes, con fines no lucrativos y con la condición de citar la fuente, respetando los derechos de autor; su uso para otros fines, requiere previa autorización por escrito de la Universidad Hispanoamericana Justo Sierra S.C.. El contenido actualizado de la Revista de Investigación se encuentra disponibles en acceso abierto en <https://www.uhjs.edu.mx/index.php/editoral/revista-digital/>

Revista de Investigación
Vol. 6, N° 3 (julio-diciembre 2025)
ISSN: 2992-7102 (versión digital)

SUMARIO

TABLE OF CONTENTS

Presentación / Presentation

Volumen 6	Pág.
Alejandro de Jesús Baqueiro Guillen y Darwin de Jesús Chi Moreno	4

Artículos / Articles

	Pág.
Análisis de la aplicación de la NOM-019-STPS-2004 Y LA NOM-003-SEGOB/2002 en la empresa PUZA S.A de C.V. en la ciudad de San Francisco de Campeche. Fernando Enrique Vela León ¹ , Javier Chacha Coto ² , Abelardo Jesús Zavala Kú ³ , Gabriela Guadalupe Huitz Chan ⁴ y Liliana Esther Olivares Sosa ⁵ .	5
Evaluación del cumplimiento y seguridad en trabajos en altura en la empresa “Soluciones Gráficas” según la NOM-009-STPS-2011. Abelardo Jesús Zavala-Kú ¹ , Javier Chacha Coto ² , Fernando Enrique Vela León ³ , Dayanara Eugenia Domínguez Pech ⁴ y Mairim Aidin Chacha Hernández ⁵ .	21
Más allá de las auditorías de calidad; gestión, medición y seguimiento de acciones correctivas para lograr la mejora continua. Melva Soledad Chi López ¹ , Fernando Enrique Vela León ² y Rosa León Medina ³ .	28
Análisis de la relación entre dureza superficial, medida con esclerómetro, y contenido de poros en las rocas del banco de Seybaplaya, Campeche. José W. Naal-Pech ¹ , Youness El Hamzaoui ² , Leonardo Palemón-Arcos ³ , Juan A. Álvarez-Arellano ⁴ y Josefa de los Angeles Paat Estrella ⁵ .	48
Análisis de riesgos laborales y aplicación de la NOM-017-STPS-2024 en la producción artesanal de queso de hebra en Quesos Sampayo, Sabancuy, Campeche.	60

Liliana Esther Olivares Sosa ¹ , Jorge Carlos Loyo Jiménez ² , Roberto Toscano Morales ³ , María José Moo León ⁴ y Daniela Arceo Cámara ⁵ .	
Historia y filosofía de la Física, para mejorar su enseñanza. Vicente Menéndez ¹ .	72

PRESENTACIÓN

Partiendo del objetivo de promover la difusión y divulgación del conocimiento científico y tecnológico en las áreas de ingeniería, donde converjan la colaboración entre investigadoras, investigadores, profesoras, profesores y estudiantes para contribuir al desarrollo científico, productivo y social de nuestro entorno e impulsar sus habilidades, se enmarca la presente publicación.

En el Quincuagésimo Aniversario de la Fundación del Instituto Tecnológico de Campeche, perteneciente al Tecnológico Nacional de México, el Departamento de Ingeniería Industrial tiene el grato honor de que la Universidad Hispanoamericana Justo Sierra colabore en la presentación del volumen seis, el cual reúne tres números de nuestra Revista de Investigación en su edición digital.

Esta publicación surge del Primer Congreso Internacional Multidisciplinario de Ingeniería Industrial, que en su modalidad híbrida presentó como eje temático: “De la investigación a la práctica: optimizando el presente, diseñando el futuro”. Con ello, reafirmamos el principio de cohesión institucional como una fortaleza imprescindible en el siglo XXI.

Los avances de investigación que aquí se presentan destacan la relevancia de cada agente de cambio en su quehacer, al compartir desde esta plataforma el conocimiento que emerge del aula, del trabajo de campo y del contexto social. Sin duda, como instituciones educativas, las y los profesionales procuran, desde una responsabilidad social y humana, atender las necesidades propias de la realidad.

Por ello, se invita al lector a reflexionar, a través de estas páginas, sobre diversas metodologías, estrategias, análisis de programas, propuestas de diseño, estudios de fenómenos energéticos y de la materia, así como sobre el pensamiento epistemológico de la Física.

Para concluir, y en apego a nuestra filosofía institucional la cual se articula de manera armónica con el presente volumen reafirmamos nuestro compromiso con la constante búsqueda de la mejora continua y la excelencia en la calidad educativa y en los servicios que ofrecemos. Nuestra labor se sustenta en la innovación y el vanguardismo, aplicando las corrientes educativas y administrativas más recientes en beneficio de la sociedad campechana, de la región y del país. Asimismo, la institución no soslaya los acelerados cambios de la sociedad contemporánea, pues reconoce las exigencias del siglo XXI en un mundo globalizado, donde la “sociedad del conocimiento” demanda cada vez más de la educación y sus actores. Todo ello se asume desde la convicción de ser un agente de cambio comprometido con su tiempo y su contexto.

¡Forjamos patria!

Alejandro de Jesús Baqueiro Guillen

Darwin de Jesús Chi Moreno

ARTÍCULO

Análisis de la aplicación de la NOM-019-STPS-2004 y la NOM-003-SEGOB/2002 en la empresa PUZA S.A de C.V. en la ciudad de San Francisco de Campeche.

Fernando Enrique Vela León¹

Javier Chacha Coto²

Abelardo Jesús Zavala Kú³

Gabriela Guadalupe Huitz Chan⁴

Liliana Esther Olivares Sosa⁵

Tecnológico Nacional de México/ IT Campeche

fernando.vl@campeche.tecnm.mx

javier.cc@campeche.tecnm.mx

abelardo.zk@campeche.tecnm.mx

gabriela.h@campeche.tecnm.mx

liliana.os@campeche.tecnm.mx

Resumen

La empresa PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V., ubicada en el Parque Industrial Bicentenario, en la ciudad de San Francisco de Campeche, presenta deficiencias en la aplicación de las medidas de seguridad e higiene en el trabajo. Las áreas operativas no se encuentran debidamente acondicionadas, lo que genera inseguridad entre los trabajadores. A pesar del incremento en la productividad, los empleados manifiestan temor al realizar ciertas actividades debido a la falta de conocimiento en materia de seguridad, higiene y lineamientos de prevención de riesgos. El objetivo de esta investigación es verificar el cumplimiento de la empresa con la NOM-019-STPS-2004, referente a la constitución, organización y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene, así como la NOM-003-SEGOB/2002, relacionada con los señalamientos, lineamientos y avisos de protección civil. El incumplimiento de estas normas puede derivar en sanciones o clausuras por parte de las autoridades competentes, además de afectar la confianza y seguridad de los trabajadores en el desempeño de sus labores. La investigación se desarrolló con el propósito de analizar de manera exhaustiva las condiciones de seguridad e higiene en la empresa PUZA Inyectora de Plásticos, mediante un estudio de campo y la revisión de las normas oficiales mexicanas aplicables. Se empleó un enfoque cualitativo, basado en entrevistas y encuestas realizadas a los trabajadores, con el fin de conocer sus percepciones sobre las condiciones laborales y las capacitaciones recibidas en materia de prevención de accidentes. Este método permitió obtener información detallada que complementa los posibles datos cuantitativos, aportando una comprensión más profunda sobre las causas y efectos de las deficiencias detectadas.

Como resultado, se concluye que la empresa no cumple con las disposiciones establecidas en la NOM-019-STPS-2004 ni en la NOM-003-SEGOB/2002, ya que carece de una Comisión de Seguridad e Higiene formalmente constituida, de la señalización adecuada en sus áreas de trabajo y de programas efectivos de capacitación para la prevención de riesgos laborales. Por tanto, se recomienda implementar un plan integral de cumplimiento normativo que fortalezca la cultura de seguridad y bienestar entre los trabajadores.

Palabras clave: Seguridad e higiene laboral, normas oficiales mexicanas, prevención de riesgos, protección civil, condiciones de trabajo, capacitación laboral.

Abstract.

The company PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V., located in the Bicentenario Industrial Park in San Francisco de Campeche, Mexico, presents deficiencies in the implementation of occupational safety and hygiene measures. The operational areas are not adequately secured, leading to worker insecurity. Despite the increase in productivity, employees express fear when performing certain tasks due to a lack of knowledge about safety, hygiene, and prevention guidelines. The objective of this research is to verify the company's compliance with NOM-019-STPS-2004, concerning the establishment, organization, and operation of Safety and Hygiene Commissions, and NOM-003-SEGOB/2002, related to safety signs, guidelines, and civil protection notices. Non-compliance with these standards may result in fines or temporary closure by authorities, in addition to decreasing workers' confidence and safety at work. A qualitative research approach was employed, based on fieldwork that included interviews and surveys with workers to assess their perceptions of workplace conditions and accident prevention training. The qualitative data provided in-depth understanding and complemented potential quantitative findings, offering a comprehensive interpretation of the company's safety and hygiene practices. The results indicate that the company does not comply with NOM-019-STPS-2004 or NOM-003-SEGOB/2002, lacking a formally established Safety and Hygiene Commission, appropriate workplace signage, and effective training programs for risk prevention. Therefore, it is recommended to implement an integrated compliance plan to strengthen occupational safety culture and promote worker well-being.

Keywords: Occupational safety and hygiene, Mexican official standards, risk prevention, civil protection, working conditions, labor training.

Introducción

La seguridad y la higiene en el entorno laboral son factores esenciales para preservar la integridad física y mental de los trabajadores, así como para promover ambientes de trabajo seguros, saludables y productivos. En México, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) constituyen el marco regulatorio que establece los lineamientos mínimos de cumplimiento en materia de seguridad, higiene y prevención de riesgos laborales. Entre ellas destacan la

NOM-019-STPS-2004, que regula la constitución, organización y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene, y la NOM-003-SEGOB/2002, que establece los lineamientos sobre señalamientos y avisos de protección civil en los centros de trabajo.

El cumplimiento de estas normas es fundamental para garantizar la protección de los trabajadores y la eficiencia operativa de las organizaciones. No obstante, diversas empresas presentan deficiencias en su aplicación, lo que genera condiciones de riesgo, accidentes laborales y un bajo nivel de confianza entre los empleados. Tal es el caso de la empresa PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V., ubicada en el Parque Industrial Bicentenario, en la ciudad de San Francisco de Campeche, donde se han detectado carencias significativas en la implementación de medidas de seguridad e higiene.

El presente proyecto de investigación surge con la finalidad de analizar el grado de aplicación y cumplimiento de las normas NOM-019-STPS-2004 y NOM-003-SEGOB/2002 en dicha empresa, así como de identificar los factores que limitan su correcta ejecución. La investigación busca, además, sensibilizar a los trabajadores y directivos sobre la importancia de la capacitación, la prevención y la adopción de una cultura de seguridad que contribuya a reducir los riesgos laborales y fortalecer la productividad.

La problemática identificada se relaciona con la ausencia de una Comisión de Seguridad e Higiene formalmente establecida, la falta de capacitación del personal y la inexistencia de señalización adecuada en las áreas de trabajo. Estas deficiencias exponen a los empleados a diversos peligros y reflejan la necesidad urgente de implementar mecanismos de control y mejora continua.

El estudio se desarrolla mediante un enfoque cualitativo, a través de entrevistas y encuestas aplicadas al personal operativo de la empresa, con el propósito de obtener información sobre sus conocimientos, percepciones y experiencias respecto a las condiciones de seguridad e higiene. Los resultados permitirán evaluar el grado de cumplimiento de las normas mencionadas, diagnosticar la situación actual de la empresa y proponer estrategias de mejora que favorezcan la creación de un entorno laboral seguro y eficiente.

En síntesis, esta investigación pretende demostrar que la aplicación efectiva de las normas de seguridad e higiene no solo responde a una obligación legal, sino que constituye un elemento clave para el desarrollo sostenible de las organizaciones, el bienestar de los trabajadores y la prevención de accidentes en el ámbito industrial.

Presentación del problema

La seguridad e higiene en el trabajo constituyen pilares fundamentales para garantizar condiciones laborales adecuadas y prevenir accidentes que afecten la salud, integridad y productividad de los trabajadores. Sin embargo, en la práctica, muchas empresas en México presentan deficiencias en la implementación de las normas oficiales mexicanas que regulan

estos aspectos, ya sea por falta de conocimiento, ausencia de capacitación o carencia de mecanismos de control interno.

En el caso particular de la **empresa PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V.**, ubicada en el Parque Industrial Bicentenario en San Francisco de Campeche, se ha identificado la falta de aplicación efectiva de la **NOM-019-STPS-2004**, referente a la constitución, organización y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene, así como de la **NOM-003-SEGOB/2002**, relacionada con la señalización y avisos de protección civil en los centros de trabajo.

Durante la observación y las entrevistas realizadas a los trabajadores, se detectó que la mayoría desconoce las disposiciones establecidas en dichas normas, además de que no reciben capacitación formal en materia de seguridad e higiene. Esta situación genera un ambiente de inseguridad laboral y una alta exposición a riesgos físicos, debido a la falta de medidas preventivas, señalización adecuada y protocolos de actuación ante emergencias.

La ausencia de una cultura de prevención y de mecanismos organizacionales adecuados para la gestión de la seguridad pone en riesgo tanto la integridad del personal como la continuidad operativa de la empresa. De igual manera, el incumplimiento normativo puede derivar en sanciones legales, multas o clausuras por parte de las autoridades competentes, afectando la estabilidad económica y la reputación de la organización.

Ante este panorama, resulta necesario analizar la situación actual de la empresa PUZA Inyectora de Plásticos respecto al cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en materia de seguridad e higiene, con el propósito de identificar las deficiencias existentes y proponer acciones correctivas que garanticen un entorno laboral seguro, cumpliendo con la legislación vigente y fortaleciendo la productividad organizacional.

Pregunta de investigación

¿En qué medida la empresa **PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V.** cumple con las disposiciones establecidas en la **NOM-019-STPS-2004** y la **NOM-003-SEGOB/2002**, y cuáles son las principales deficiencias que limitan su adecuada aplicación en materia de seguridad e higiene laboral?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Analizar el grado de cumplimiento y aplicación de la **NOM-019-STPS-2004** y la **NOM-003-SEGOB/2002** en la empresa PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V., ubicada en la ciudad de San Francisco de Campeche, con el propósito de identificar las deficiencias en materia de seguridad e higiene laboral y proponer estrategias de mejora para prevenir riesgos de trabajo.

Objetivos específicos

1. Evaluar el nivel de conocimiento y capacitación del personal de la empresa en relación con las normas de seguridad e higiene establecidas por la NOM-019-STPS-2004 y la NOM-003-SEGOB/2002.
2. Identificar las principales áreas de riesgo y las condiciones inseguras dentro de las instalaciones de la empresa que afectan la integridad física de los trabajadores.
3. Proponer acciones y estrategias que fortalezcan la cultura de seguridad e higiene laboral en la empresa, promoviendo el cumplimiento normativo y la mejora continua en las condiciones de trabajo.

Fundamentos teóricos

Bases teóricas

Fundamento legal

En México, la seguridad e higiene en el trabajo están reguladas por un sólido marco normativo sustentado en tratados internacionales, acuerdos gubernamentales y disposiciones legales nacionales. Dicho marco tiene como propósito salvaguardar la salud, la integridad y el bienestar de los trabajadores en todos los sectores productivos. Entre los principales organismos involucrados destacan la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y, a nivel nacional, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), responsable de emitir y vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en materia laboral (Navarrete, 2015).

La estructura jerárquica de la legislación mexicana se fundamenta en la Pirámide Jurídica de Kelsen, la cual establece la supremacía constitucional y el orden de aplicación de leyes, reglamentos y normas. Bajo este esquema, todas las empresas deben observar las disposiciones legales y normativas que regulan la seguridad e higiene industrial, siendo de carácter obligatorio su cumplimiento en los centros de trabajo del país.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en su Artículo 123, fracción XV, la obligación del patrón de observar las disposiciones legales sobre higiene y seguridad en el trabajo, adoptando medidas adecuadas para prevenir accidentes, proteger la salud de los trabajadores y garantizar su integridad física y mental. Dicho artículo dispone además que las leyes contendrán las sanciones aplicables en caso de incumplimiento (CPEUM, 2015).

Este precepto constitucional constituye la base del derecho laboral en materia de seguridad y salud ocupacional, estableciendo un compromiso del Estado y los empleadores con la protección integral del trabajador y la promoción de condiciones laborales seguras.

Ley Federal del Trabajo

Derivada del Artículo 123 Constitucional, la Ley Federal del Trabajo (LFT) desarrolla en su Título Noveno, denominado “*Riesgos de Trabajo*”, las obligaciones y responsabilidades tanto de los empleadores como de los trabajadores para mantener un ambiente seguro y saludable. Esta legislación establece los lineamientos generales sobre la prevención de accidentes, enfermedades profesionales y condiciones laborales seguras, siendo de observancia general en todo el territorio nacional.

Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)

De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, los trabajadores tienen derecho a recibir servicios médicos y de seguridad social. La Ley del ISSSTE (2014), en su Título Segundo, Capítulo V, define las condiciones y beneficios derivados del *Seguro de Riesgos de Trabajo*, contemplando indemnizaciones y prestaciones económicas ante accidentes, incapacidades o fallecimientos. A diferencia del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), que atiende al sector privado, el ISSSTE otorga cobertura al personal del gobierno federal.

Ley Federal sobre Metrología y Normalización

Esta ley establece la competencia de las dependencias del gobierno federal para emitir las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs). En sus artículos 2, 38 fracción II, 40 fracción VII y 43 al 47, se determina que dichas normas tienen como finalidad establecer las condiciones de seguridad, salud e higiene que deben observarse en los centros de trabajo, así como los procedimientos para su elaboración, modificación y publicación (Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 2014).

Evolución de la higiene y seguridad industrial

La concepción de la seguridad e higiene industrial ha evolucionado conforme a los cambios en las condiciones laborales a lo largo de la historia. En sus orígenes, la protección del trabajador se limitaba a medidas individuales e intuitivas, sin un enfoque sistemático. Posteriormente, con la Revolución Industrial, la mecanización y el aumento de la producción incrementaron los riesgos laborales, lo que impulsó la creación de leyes y organismos especializados en la prevención de accidentes.

De acuerdo con Chiavenato (2000), la seguridad e higiene representan “un conjunto de normas y procedimientos que protegen la integridad física y mental del trabajador, preservándolo de los riesgos inherentes a su entorno laboral”. Por su parte, González (2009) señala que su desarrollo histórico está estrechamente vinculado con la medicina del trabajo y la prevención de enfermedades profesionales.

En México, el punto de partida formal en materia de seguridad laboral se dio en 1931 con la promulgación de la primera Ley Federal del Trabajo, la cual incluyó las tablas de enfermedades profesionales y lineamientos para la prevención de accidentes. Posteriormente, en 1978, se emitió el Reglamento General de Higiene y Seguridad en el Trabajo, que fortaleció la cultura preventiva dentro de los centros laborales.

Organismos internacionales y sus preceptos

Organización Internacional del Trabajo (OIT)

La OIT, creada en 1919, promueve la justicia social y los derechos laborales a través de convenios y recomendaciones internacionales. Entre los más relevantes destacan la Convención 155 (1981) sobre seguridad y salud de los trabajadores, y la Convención 161 (1985) sobre servicios de salud laboral. México ha ratificado 78 convenios de la OIT, 67 de ellos vigentes, reforzando su compromiso con la mejora continua de las condiciones laborales (OIT, 2015).

Organización Mundial de la Salud (OMS)

Fundada en 1948, la OMS tiene como objetivo alcanzar el más alto grado posible de salud para todos los pueblos. En materia laboral, promueve la prevención de accidentes, la investigación de enfermedades ocupacionales y el desarrollo de políticas de salud en el trabajo. Su colaboración con la OIT ha sido clave para la creación de guías internacionales de higiene industrial y control de agentes contaminantes (OMS, 2006).

Organización Panamericana de la Salud (OPS)

Creada en 1902, la OPS es el organismo regional de la OMS para las Américas. Su misión es promover la equidad en salud y mejorar la calidad de vida de los pueblos del continente. México participa activamente en sus comités ejecutivos y programas de cooperación técnica, impulsando políticas de salud ocupacional y seguridad laboral en la región (OPS, 2012).

Aspectos económicos de la seguridad e higiene

Los accidentes laborales representan no solo un costo humano, sino también económico. Según datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS, 2014), en la zona sur del país existen 9,511 empresas registradas con 796,476 trabajadores bajo seguros de riesgo de trabajo, presentándose más de 5,000 casos de peligros laborales anualmente.

Los costos directos incluyen gastos médicos, incapacidades, indemnizaciones y sanciones legales; mientras que los costos indirectos, como la baja de productividad y el tiempo perdido, suelen ser aún más significativos (Denton, 1995). Esto evidencia que la prevención no solo protege vidas, sino que también optimiza los recursos económicos de las organizaciones.

Aspectos sociales: concepto e importancia de la higiene industrial

La higiene industrial tiene como objetivo prevenir enfermedades profesionales mediante la identificación, evaluación y control de los agentes contaminantes presentes en el ambiente laboral. Según la UNAM (2015), esta disciplina aplica técnicas de ingeniería para eliminar o reducir la exposición a riesgos físicos, químicos o biológicos.

Grimaldi y Simonds (2001) destacan que la higiene industrial busca promover el bienestar físico, mental y social de los trabajadores, mientras que Hernández, Malfavón y Fernández (2005) enfatizan que su finalidad es garantizar la calidad de vida y la seguridad dentro del entorno laboral. En conjunto, la higiene y la seguridad industrial constituyen los pilares fundamentales de la gestión preventiva moderna.

Agentes que afectan la seguridad e higiene laboral

De acuerdo con Pinillos (2007), los accidentes de trabajo son indicadores inmediatos de deficiencias en las condiciones laborales. Los agentes de riesgo pueden clasificarse en tres grandes grupos:

1. Agentes físicos, químicos y biológicos, relacionados con el ambiente de trabajo.
2. Factores individuales, derivados del estado físico o mental del trabajador.
3. Agentes psicosociales, vinculados con el clima laboral, la carga de trabajo y las relaciones interpersonales.

Los agentes psicosociales, en particular, tienen un impacto significativo en el bienestar emocional del trabajador. La falta de comunicación, el estrés laboral o la presión constante pueden provocar fatiga, desmotivación e incluso enfermedades psicosomáticas. Por ello, las estrategias de seguridad deben incorporar un enfoque integral que contemple tanto los factores materiales como los humanos del entorno laboral.

Metodología

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto, combinando métodos documentales, cualitativos y de campo, con el propósito de analizar el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas NOM-019-STPS-2004 y NOM-003-SEGOB/2002 en la empresa *PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V.*, ubicada en el Parque Industrial Bicentenario de San Francisco de Campeche.

El estudio se centró en identificar las condiciones de seguridad e higiene en el entorno laboral, así como en determinar si la empresa cumple con las disposiciones legales correspondientes. Para ello, se recopilaron y analizaron datos provenientes de fuentes documentales y de observación directa, complementados con encuestas aplicadas al personal operativo.

Diseño de investigación

El diseño de la investigación se basó en un enfoque no experimental y transversal, orientado a describir y analizar la situación actual de la empresa respecto a las normas de seguridad y prevención de riesgos.

Asimismo, se formuló una prueba de hipótesis para contrastar la situación real con el marco normativo establecido:

- **H₀ (Hipótesis nula):** La empresa cumple con las obligaciones establecidas en la NOM-019-STPS-2004 y la NOM-003-SEGOB/2002.
- **H₁ (Hipótesis alterna):** La empresa no cumple con las obligaciones establecidas en la NOM-019-STPS-2004 y la NOM-003-SEGOB/2002.

Población y muestra

La población considerada corresponde a la totalidad de los trabajadores de la empresa, con un total de **30 empleados**.

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó la siguiente fórmula estadística para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2(N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

Donde:

N = 30 (población total)

Z = 1.96 (nivel de confianza del 95%)

p = 0.5 (probabilidad de éxito)

q = 0.5 (probabilidad de fracaso)

d = 0.05 (margen de error permitido)

Sustituyendo los valores, se obtuvo un tamaño muestral aproximado de **n = 28** trabajadores, a quienes se les aplicará una encuesta estructurada para identificar el nivel de conocimiento, percepción y cumplimiento de las normas de seguridad e higiene dentro de la empresa.

Variables

Las variables de estudio se definieron con base en la relación entre las normas oficiales mexicanas y las condiciones laborales observadas. La variable independiente corresponde a la *aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad e Higiene*, mientras que las variables dependientes se agrupan en tres categorías: seguridad, higiene y organización como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable independiente	Variables dependientes	Norma de referencia
Aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad e Higiene	Seguridad	NOM-019-STPS-2004. Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
	Higiene	NOM-019-STPS-2004
	Organización	NOM-003-SEGOB/2002. Señales y avisos para protección civil: colores, formas y símbolos.

Fuente: Ángel (2012)

Instrumentos de medición y técnicas

Para la recopilación de datos será a través de **encuestas estructuradas** dirigidas a los trabajadores, complementadas con **observación directa** de las condiciones de seguridad e higiene en las áreas operativas. Asimismo, se realizará una **investigación documental** en fuentes oficiales como el *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, la *Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)* y organismos internacionales como la *OIT*, para sustentar teóricamente la aplicación de las normas.

Procedimientos

El procedimiento metodológico comprende las siguientes etapas:

1. **Visita inicial a la empresa** para observar las condiciones de trabajo y recopilar información general.
2. **Identificación de las áreas de riesgo** y análisis del cumplimiento normativo.
3. **Diseño y aplicación de encuestas** a los trabajadores para evaluar su nivel de conocimiento sobre seguridad e higiene.

4. **Procesamiento y análisis de los resultados** obtenidos mediante la comparación entre la situación real y los requerimientos establecidos por las NOM-019-STPS-2004 y NOM-003-SEGOB/2002.
5. **Elaboración del diagnóstico final** y propuesta de acciones preventivas y correctivas para fortalecer la cultura de seguridad laboral.

Análisis estadístico

El análisis de datos se realizará a partir de la **información obtenida en campo**, complementada con el **diagnóstico documental** de las normas aplicables. Se empleará una **comparación descriptiva** entre la situación actual de la empresa y los lineamientos normativos, lo que permitirá identificar **anomalías, deficiencias y áreas de oportunidad** para la implementación de un sistema de seguridad e higiene laboral efectivo.

Resultados y discusión

El análisis de la información obtenida mediante observación directa, entrevistas y encuestas aplicadas a los trabajadores de *PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V.*, permitió identificar deficiencias significativas en materia de seguridad e higiene laboral, así como un incumplimiento de las disposiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas NOM-019-STPS-2004 y NOM-003-SEGOB/2002.

Los resultados se organizaron en tres categorías principales: Comisión de Seguridad e Higiene, Señalamientos de Protección Civil y Condiciones de Organización e Inseguridad.

1. Comisión de Seguridad e Higiene

Los resultados revelan que la empresa no cuenta con una Comisión de Seguridad e Higiene, incumpliendo con lo establecido en la NOM-019-STPS-2004, la cual señala que toda organización debe constituir y mantener activa dicha comisión, integrada por representantes del patrón y de los trabajadores, con la finalidad de identificar riesgos y proponer medidas preventivas.

Tabla de Resultados.

Aspecto Evaluado	Cumplimiento (%)	Observaciones
Existencia de Comisión de Seguridad e Higiene	0%	No se identificó comisión formal ni registro de reuniones periódicas.
Capacitación a trabajadores sobre seguridad e higiene	20%	Capacitaciones esporádicas y sin constancia formal.

Reporte de incidentes o accidentes laborales	10%	No existe un registro sistemático de accidentes ni análisis de causas.
---	-----	--

Fuentes: Autores (2025)

Interpretación:

De acuerdo con González y Méndez (2019), la ausencia de una comisión activa refleja una debilidad institucional en la gestión de riesgos laborales, lo que incrementa la probabilidad de accidentes y sanciones administrativas. En coincidencia, Rojas (2021) destaca que la existencia de una comisión funcional fomenta la cultura preventiva y reduce significativamente los accidentes laborales en industrias manufactureras.

Señalamientos para Protección Civil

Durante la inspección se constató que las áreas de producción y almacén no cuentan con señalizaciones visibles que orienten sobre rutas de evacuación, zonas seguras, ubicación de extintores o salidas de emergencia, lo que representa un incumplimiento de la **NOM-003-SEGOB/2002**.

Tabla de Resultados de señalización.

Tipo de Señalización	Cumplimiento (%)	Observaciones
Rutas de evacuación	0%	No existen letreros o planos de evacuación visibles.
Señales de advertencia (riesgo eléctrico, inflamables, etc.)	10%	Colocación deficiente y sin mantenimiento.
Señales informativas (botiquines, extintores, salidas de emergencia)	15%	Solo en algunas áreas administrativas.

Fuentes: Autores (2025)

Interpretación:

La falta de señalización adecuada pone en riesgo la seguridad del personal ante emergencias como incendios o fugas. Según Martínez y López (2020), la señalización es un componente esencial del sistema de protección civil, ya que actúa como un medio de comunicación visual inmediata para la reducción de riesgos y la organización del personal durante contingencias.

De acuerdo con Luna (2018), el cumplimiento de la NOM-003-SEGOB/2002 no solo es un requisito legal, sino también un indicador del nivel de madurez del sistema de gestión de seguridad industrial.

Condiciones de Organización e Inseguridad

Los resultados también evidencian una falta de organización en las áreas de trabajo, generando condiciones inseguras que incrementan la posibilidad de accidentes. Se observaron espacios desordenados, equipos sin ubicación designada, obstrucción de rutas de evacuación, falta de iluminación adecuada y ausencia de equipos de protección personal (EPP) en diversas áreas operativas.

Tabla de Resultados de Condiciones Evaluadas.

Condición Evaluada	Cumplimiento (%)	Observaciones
Orden y limpieza en áreas de trabajo	40%	Desorden visible en zonas de producción.
Disponibilidad y uso de EPP	35%	Solo algunos trabajadores usan guantes o casco.
Iluminación y ventilación adecuada	50%	Deficiencia en áreas cerradas y zonas de almacenamiento.
Rutas de evacuación despejadas	45%	Frecuentes obstrucciones por materiales.

Fuentes: Autores (2025)

Interpretación:

La carencia de medidas de orden y limpieza contraviene los principios básicos de la seguridad industrial. Según Chiavenato (2017), un ambiente de trabajo organizado influye directamente en la eficiencia, motivación y seguridad del trabajador. Asimismo, Hernández y Pérez (2019) señalan que la falta de orden físico refleja una deficiencia en la cultura organizacional preventiva.

Los resultados obtenidos permiten confirmar la hipótesis alterna (H_1): la empresa no cumple con las obligaciones establecidas en la NOM-019-STPS-2004 ni en la NOM-003-SEGOB/2002.

La ausencia de una Comisión de Seguridad e Higiene, la falta de señalización preventiva, y las condiciones inseguras en el entorno laboral, demuestran una gestión inadecuada de la seguridad industrial.

Estos hallazgos coinciden con los estudios de Torres (2020), quien argumenta que las micro y pequeñas empresas en México presentan un bajo nivel de cumplimiento normativo debido a la falta de capacitación directiva y recursos destinados a la prevención de riesgos. Por otro lado, Gutiérrez y Alvarado (2022) subrayan que el fortalecimiento de la cultura de seguridad depende de la participación activa de los trabajadores y del compromiso del patrón en la aplicación continua de medidas preventivas.

En concordancia, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS, 2021) señala que la constitución formal de comisiones de seguridad, acompañada de señalización adecuada y capacitación constante, reduce hasta en un 45% los incidentes laborales en el sector manufacturero.

En el caso de la empresa PUZA, se recomienda implementar de manera inmediata un programa integral de seguridad e higiene laboral, basado en las disposiciones de las normas antes mencionadas, así como un plan de capacitación continua que promueva una cultura organizacional orientada a la prevención de riesgos.

Conclusiones

El presente estudio permitió evidenciar que la empresa PUZA Inyectora de Plásticos, S.A. de C.V., ubicada en San Francisco de Campeche, presenta deficiencias significativas en materia de seguridad e higiene laboral, derivadas del incumplimiento de las NOM-019-STPS-2004 y NOM-003-SEGOB/2002.

Los hallazgos muestran la ausencia de una Comisión de Seguridad e Higiene, la falta de señalización preventiva y de protección civil, así como condiciones inseguras y desorganizadas en diversas áreas operativas. Estas deficiencias incrementan la probabilidad de accidentes laborales, generan desconfianza en los trabajadores y reflejan una limitada cultura de prevención dentro de la organización.

Desde el punto de vista teórico y normativo, la investigación confirma lo señalado por autores como Rojas (2021) y Gutiérrez y Alvarado (2022), quienes sostienen que la carencia de estructuras formales de seguridad laboral y la falta de capacitación continua representan factores críticos que impactan negativamente en la productividad y bienestar de los trabajadores. Asimismo, los resultados concuerdan con Chiavenato (2017) al destacar que un entorno de trabajo ordenado, seguro y saludable es esencial para el desarrollo eficiente de las actividades industriales.

Por otra parte, se identificó que la empresa no brinda capacitación sistemática en temas de seguridad, higiene y prevención de riesgos, lo que limita la capacidad de los empleados para reconocer, reportar y controlar condiciones peligrosas. Esta situación refleja la necesidad urgente de establecer programas de formación continua y estrategias de comunicación interna orientadas a fortalecer la cultura preventiva.

En función de los resultados obtenidos, se concluye que la empresa debe implementar de manera inmediata un sistema integral de seguridad e higiene laboral, que contemple:

1. La constitución formal y funcional de una Comisión de Seguridad e Higiene, conforme a la NOM-019-STPS-2004.
2. La instalación de señalizaciones claras y visibles, de acuerdo con los lineamientos de la NOM-003-SEGOB/2002.

3. La capacitación continua del personal en temas de prevención, primeros auxilios y manejo de emergencias.
4. El establecimiento de un programa de orden y limpieza industrial, que contribuya a mejorar las condiciones físicas del entorno laboral.
5. La evaluación periódica de riesgos y seguimiento de acciones correctivas mediante indicadores de desempeño en seguridad.

Se concluye que el cumplimiento normativo no debe considerarse únicamente una obligación legal, sino una estrategia de gestión organizacional que incide directamente en la productividad, la motivación del personal y la sostenibilidad empresarial. La aplicación efectiva de las normas de seguridad e higiene no solo previene accidentes, sino que fortalece la cultura laboral, mejora el clima organizacional y contribuye a la competitividad de la empresa en el sector manufacturero.

Bibliografía

- Aguayo V. Ángel Santiago (2012), Antecedentes Históricos de la Seguridad e Higiene Industrial. Recuperado el 22 de junio de 2015, de: <http://www.limpiezaindustrial.org/antecedentes-seguridad-industrial.aspx>.
- BM Revista, (2014). Importancia de la Seguridad Industrial en las Empresas. Recuperado el 22 de junio de 2015, de: <http://bmrevista.com/index.php/actualidad/198-la-importancia-de-la-seguridad-industrial-en-las-empresas>.
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión (1999), Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Recuperado el 01 de junio de 2015, de: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFMN.pdf.
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, (2014) Ley Federal del Trabajo, Recuperado el 09 de mayo de 2015, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, (2014), Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 1917. Recuperado el 09 de mayo de 2015, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, (2014), Gaceta Parlamentaria Recuperado el 01 de junio de 2015, de: <http://gaceta.diputados.gob.mx>.
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (2007). Recuperado el 09 de mayo de 2015, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LISSSTE.pdf>
- Cámara de Diputados H. Congreso de la Unión, Ley del Seguro Social, (1995). Recuperado el 09 de mayo de 2015, de: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/>

- Centro de Información de las Naciones Unidas – CINU (2015). Temas de Interés – Salud, Recuperado el 22 de junio de 2015, de: <http://www.cinu.mx/temas/salud/>
- Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior - COEPES, A. C. (2015), Importancia de la PYMES en México. Recuperado el 09 de mayo de 2015, de: <http://www.noticiascoepesgo.mx/articulos/255-pymesroque>
- Departamento de Desarrollo Económico y Competitividad. (2013), Seguridad Industrial. Recuperado el 22 de junio de 2015, de: http://www.euskadi.eus/r44-in0009/es/contenidos/informacion/presentación_seguridad_industr/es_presenta/presentacion_seguridad_industrial.html.
- Diario Oficial de la Federación. (2014), Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado el 01 de junio de 2015, de: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5368114&fecha=13/11/2014
- Chiavenato, I. (2017). Gestión del talento humano (4.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- González, R., & Méndez, P. (2019). Gestión de la seguridad e higiene en el trabajo: enfoque preventivo y normativo en empresas industriales mexicanas. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Gutiérrez, L., & Alvarado, M. (2022). Cultura de la seguridad laboral y su impacto en la productividad en pequeñas y medianas empresas manufactureras en México. *Revista Latinoamericana de Administración y Desarrollo*, 18(2), 45–60. <https://doi.org/10.35485/rlad.v18i2.456>
- Hernández, J., & Pérez, D. (2019). La organización del entorno de trabajo como factor determinante en la seguridad industrial. *Revista de Ingeniería y Gestión Empresarial*, 7(3), 23–34.
- Luna, C. (2018). Sistemas de protección civil y señalización de seguridad en el entorno laboral. *Revista Mexicana de Seguridad e Higiene*, 12(1), 15–28.
- Martínez, A., & López, J. (2020). Señalización industrial y cultura de prevención en el sector manufacturero mexicano. *Revista de Estudios Laborales y Prevención*, 14(4), 89–104.
- Rojas, F. (2021). La función de las comisiones de seguridad e higiene en la reducción de riesgos laborales en México. *Revista de Seguridad Ocupacional y Salud Laboral*, 5(2), 55–70.
- Torres, M. (2020). Cumplimiento de las normas de seguridad e higiene en micro y pequeñas empresas mexicanas: un estudio exploratorio. *Revista de Administración y Negocios*, 9(1), 101–118

ARTÍCULO

**Evaluación del cumplimiento y seguridad en trabajos en altura en la empresa
“Soluciones Gráficas” según la NOM-009-STPS-2011.**

Zavala-Kú Abelardo Jesús¹

Chacha Coto Javier²

Vela León Fernando Enrique³

Domínguez Pech Dayanara Eugenia⁴

Chacha Hernández Mairim Aidín⁵

Tecnológico Nacional de México/ IT Campeche

abelardo.zk@campeche.tecnm.mx

javier.cc@campeche.tecnm.mx

fernando.vl@campeche.tecnm.mx

dayanara_dominguez@cume.edu.mx

24470042@campeche.tecnm.mx

Resumen.

El presente estudio evalúa el nivel de cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-009-STPS-2011 en la empresa Soluciones Gráficas, dedicada a la instalación de viniles en alturas. Se aplicó una metodología de enfoque cualitativo, utilizando como técnicas principales la observación directa, entrevistas semiestructuradas y encuestas dirigidas a trabajadores y personal directivo. Los hallazgos revelaron deficiencias importantes en la aplicación de la normativa, destacando la carencia de programas de capacitación, la falta de inspecciones periódicas y la ausencia de registros de mantenimiento preventivo. Asimismo, se identificó una percepción desfavorable en torno a la comunicación interna y al cumplimiento de las medidas de seguridad. Al finalizar se plantean estrategias orientadas a fortalecer la cultura preventiva y a proteger la integridad física de los empleados durante la ejecución de trabajos en altura.

Palabras clave: seguridad laboral, cumplimiento normativo, trabajos en altura, prevención de accidentes, evaluación de riesgos.

Abstract

This study assesses the level of compliance with the Mexican Official Standard NOM-009-STPS-2011 at *Soluciones Gráficas*, a company dedicated to vinyl installation at heights. A qualitative approach was applied, using direct observation, semi-structured interviews, and surveys administered to workers and management personnel. The findings revealed significant deficiencies in the implementation of the standard, highlighting the lack of training programs, insufficient periodic inspections, and the absence of preventive

maintenance records. Additionally, an unfavorable perception was identified regarding internal communication and compliance with safety measures. Finally, strategies are proposed to strengthen the preventive safety culture and protect workers' physical integrity during the execution of work at height.

Keywords: workplace safety, regulatory compliance, working at heights, accident prevention, risk assessment.

Introducción

El trabajo en altura representa una de las actividades más riesgosas dentro del ámbito industrial, especialmente en sectores como la construcción, mantenimiento, publicidad exterior e instalación de viniles. De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 2020), los accidentes por caídas desde altura representan una de las principales causas de muerte laboral a nivel mundial. En México, la NOM-009-STPS-2011 regula las condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura. Sin embargo, muchas pequeñas y medianas empresas aún enfrentan deficiencias en la implementación de esta normativa. La empresa Soluciones Gráficas realiza trabajos en altura para instalación de viniles, por lo que esta investigación busca diagnosticar su nivel de cumplimiento con la norma, identificar áreas de mejora y proponer estrategias para fortalecer la seguridad ocupacional.

Presentación del problema

Durante la etapa de diagnóstico se observó que las actividades en altura se realizan sin uso constante de equipo de protección personal, sin procedimientos formales de seguridad ni capacitación documentada. Esto implica un riesgo alto de accidentes, incumpliendo las disposiciones establecidas por la NOM-009-STPS-2011 y la Ley Federal del Trabajo.

Pregunta de investigación: ¿En qué medida cumple la empresa Soluciones Gráficas con las disposiciones de la NOM-009-STPS-2011 en materia de seguridad en trabajos en altura?

Objetivos:

Objetivo general

Evaluar el nivel de cumplimiento de la NOM-009-STPS-2011 en la empresa Soluciones Gráficas, identificando las principales deficiencias en la gestión de la seguridad en trabajos en altura y proponiendo estrategias orientadas a fortalecer la cultura preventiva y reducir los riesgos laborales.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar las condiciones actuales de seguridad en los trabajos en altura realizados por la empresa, mediante la aplicación de observación estructurada, entrevistas

semiestructuradas y encuestas basadas en los requisitos establecidos por la NOM-009-STPS-2011.

2. Analizar el grado de cumplimiento de los indicadores de la normativa, como capacitación, supervisión, uso de equipo de protección personal, mantenimiento de andamios y comunicación interna sobre seguridad, identificando las principales brechas y factores que inciden en su incumplimiento.
3. Proponer estrategias de mejora orientadas a fortalecer la seguridad laboral, enfocadas en la capacitación continua, la documentación de procesos, la inspección periódica y la promoción de una cultura organizacional preventiva en la empresa.

Fundamentos teóricos

1. Seguridad e higiene industrial

La seguridad industrial tiene como objetivo prevenir accidentes laborales a través de la identificación, evaluación y control de riesgos presentes en el entorno de trabajo (Chiavenato, 2017). En los trabajos en altura, el enfoque preventivo adquiere relevancia porque los riesgos pueden tener consecuencias fatales. Según Ramírez et al. (2020), la seguridad laboral integra medidas técnicas, educativas, médicas y psicológicas dirigidas a preservar la integridad del trabajador.

2. Riesgos laborales en trabajos en altura

Las caídas desde alturas mayores a 1.8 metros constituyen una de las causas principales de accidentes graves (STPS, 2017). Estos riesgos pueden derivarse de:

- Falta de sistemas de protección colectiva o personal.
- Inadecuado ensamblaje o uso de andamios.
- Ausencia de señalización o delimitación de zonas de trabajo.
- Deficiencias en la supervisión o mantenimiento del equipo.

La OMS (2021) sostiene que la prevención eficaz requiere estrategias basadas en la educación, la capacitación y la creación de entornos seguros.

Marco normativo

La NOM-009-STPS-2011 establece los requerimientos mínimos de seguridad, incluyendo las obligaciones del patrón y de los trabajadores, la inspección de equipos, la autorización de personal capacitado, la instalación segura de andamios, la delimitación de áreas de riesgo y la supervisión continua (STPS, 2011).

La Ley Federal del Trabajo (Cámara de Diputados, 2022) y el Artículo 123 Constitucional establecen el derecho del trabajador a desempeñar sus funciones en un ambiente seguro y saludable. Además, el incumplimiento de estas disposiciones puede generar sanciones administrativas y responsabilidades civiles.

Cultura de seguridad organizacional

La cultura de seguridad se define como el conjunto de valores, creencias y comportamientos compartidos que determinan el compromiso de una organización con la seguridad (Reason, 2016). Una cultura sólida implica liderazgo preventivo, comunicación clara, retroalimentación constante y participación activa del personal. La falta de una cultura de seguridad conduce a actitudes permisivas frente al riesgo y a la normalización de prácticas inseguras.

Capacitación y adiestramiento

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la capacitación en seguridad debe ser continua, práctica y contextualizada. El conocimiento técnico sobre uso de andamios, arneses, líneas de vida y equipos de rescate es esencial para reducir la probabilidad de accidentes. La falta de entrenamiento práctico es una de las causas más frecuentes de incumplimiento normativo en empresas de servicios.

Metodología de la investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo-descriptivo, siguiendo las etapas de observación, diagnóstico, recolección de información y análisis interpretativo.

Diseño de investigación

Se aplicó un diseño no experimental y transversal, analizando el cumplimiento normativo en un periodo específico (septiembre-octubre de 2025).

Población y muestra

La población estuvo conformada por tres integrantes: dos trabajadores operativos y el propietario de la empresa. Aunque la muestra es pequeña, permite un análisis en profundidad del fenómeno dentro del contexto organizacional.

Técnicas e instrumentos

- Observación estructurada: mediante una guía basada en los requisitos de la NOM-009-STPS-2011.
- Entrevistas semiestructuradas: para identificar percepciones sobre seguridad, riesgos y cumplimiento.

- Encuestas cerradas y escala Likert: para cuantificar la percepción sobre capacitación, comunicación y condiciones de trabajo.

Procedimiento

1. Diagnóstico inicial mediante observación y revisión documental.
2. Aplicación de entrevistas a trabajadores y directivo.
3. Aplicación de encuestas.
4. Sistematización de datos en matrices de análisis.
5. Elaboración de gráficos descriptivos y discusión de resultados con base en la teoría revisada.

Validez y confiabilidad

Se utilizó la triangulación de técnicas (observación, encuesta y entrevista) para fortalecer la validez de los resultados. Los instrumentos fueron revisados por especialistas en seguridad laboral, garantizando la pertinencia de los indicadores analizados.

Resultados y discusión

Los hallazgos reflejan **deficiencias significativas en la gestión de la seguridad laboral**. El 100% de los trabajadores manifestó no haber recibido capacitación formal sobre seguridad en trabajos en altura, y el 66.7% percibe deficiente la comunicación sobre procedimientos preventivos. Asimismo, se observó que los andamios no cuentan con barandales perimetrales, tabloncillos adecuados ni líneas de vida, contraviniendo el capítulo 13 de la NOM-009-STPS-2011.

Tabla 1. Resultado del nivel de cumplimiento de indicadores.

Indicador	Nivel de cumplimiento	Observaciones cualitativas
Capacitación en seguridad laboral	0%	No se realizan cursos formales.
Supervisión de trabajos en altura	33%	Ocasional, sin registro documentado.
Equipos de protección personal (EPP)	50%	Cascos y guantes disponibles, sin uso regular.
Inspecciones y mantenimiento de andamios	20%	Sin evidencia documental.

Comunicación interna sobre seguridad	34%	Información verbal no formalizada.
---	-----	------------------------------------

Fuente: Elaboración propia de autores (2025).

Durante las observaciones se constató que los trabajadores utilizan herramientas como *squeegees* y *cutters* en condiciones de altura sin arnés ni sujeción, aumentando el riesgo de caídas y lesiones. Según Trujillo (2011), la omisión de medidas de seguridad genera pérdidas humanas y económicas que pueden prevenirse mediante políticas efectivas de prevención.

En la entrevista al propietario, este reconoció que “no existe un plan formal de capacitación ni un programa de inspecciones”, lo cual confirma la brecha entre la normativa y la práctica.

Comparado con estudios similares (Ramírez et al., 2020; Camacho de Báez, 2023), el patrón de incumplimiento coincide con el de pequeñas empresas mexicanas donde la seguridad laboral se percibe como un costo más que una inversión.

La discusión de los resultados permite inferir que la empresa presenta una **madurez baja en cultura de seguridad**, caracterizada por la ausencia de liderazgo preventivo, escasa comunicación formal y desconocimiento de la normatividad. La incorporación de programas sistemáticos de capacitación y evaluación de riesgos es imprescindible para elevar el nivel de cumplimiento y reducir incidentes.

Conclusiones

El estudio concluye que la empresa Soluciones Gráficas no cumple integralmente con la NOM-009-STPS-2011. Se identificó falta de capacitación, documentación deficiente, inspecciones irregulares y desconocimiento de los procedimientos de seguridad. Estas condiciones elevan el riesgo de accidentes graves y evidencian la necesidad urgente de fortalecer la gestión preventiva.

Se recomienda implementar un Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) basado en la mejora continua, integrando:

1. Capacitación periódica certificada en trabajos en altura.
2. Mantenimiento preventivo documentado de equipos y andamios.
3. Auditorías internas semestrales de cumplimiento normativo.
4. Comunicación formal de políticas de seguridad y señalización visible.
5. Promoción de una cultura organizacional orientada a la prevención.

Bibliografía

- Camacho de Báez, B. (2023). Metodología de la investigación científica: Un camino fácil de recorrer para todos. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2022, 27 de diciembre). Ley Federal del Trabajo. Diario Oficial de la Federación.
- Chiavenato, I. (2017). Gestión del talento humano (4a ed.). McGraw-Hill.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const.]. (1917). Artículo 123. Diario Oficial de la Federación.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (2020). Seguridad y salud en el trabajo: Un derecho fundamental.
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). Caídas.
- Ramírez, M., Peña, A. M., & Tejada, L. (2020). Seguridad laboral y salud ocupacional. Universidad Abierta para Adultos (UAPA).
- Reason, J. (2016). Managing the risks of organizational accidents. Routledge.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (2011). Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura (NOM-009-STPS-2011).
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social [STPS]. (2017). Seguridad y salud en el trabajo en México: Avances, retos y desafíos. Gobierno de México.
- Trujillo Mejía, R. F. (2011). Seguridad ocupacional (5a ed.). Ecoe Ediciones.

Más allá de las auditorías de calidad; gestión, medición y seguimiento de acciones correctivas para lograr la mejora continua.

Melva Soledad Chi López¹

Fernando Enrique Vela León²

Rosa León Medina³

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Campeche, Instituto Tecnológico de Lerma.

melva.cl@campeche.tecnm.com

fernando.vl@campeche.tecnm.mx

rosa.lm@lerma.tecnm.mx

Resumen.

Este estudio surge derivado de la problemática que se ha presentado en los Institutos Tecnológicos de Campeche y de Lerma (IT's) del TecNM durante los últimos tres años en las auditorías internas y externas de calidad. Se han encontrado no conformidades reincidentes en el Procedimiento de Gestión del Curso del Sistema de Gestión de la Calidad, por lo que se plantea el objetivo que propone desarrollar una guía que incluya las acciones que se deben considerar después de la auditoría de calidad para que realmente funcione como una herramienta de mejora continua.

Esta investigación se presenta desde el paradigma interpretativo con un enfoque mixto. Su diseño es no experimental; por las características de la investigación se toma una muestra no probabilística en la que intervienen todos los jefes de departamento académico de los IT's mencionados. Las técnicas de investigación que se utilizan son la de observación, análisis documental y encuesta. Los instrumentos cuantitativos son validados por tres expertos, su confiabilidad se mide con el Alfa de Cronbach, la información recabada se procesa con el software SPSS y MAXQDA.

Los resultados de esta investigación muestran que el personal de los institutos involucrados conoce los criterios y propósitos de las auditorías de calidad; sin embargo, se identifica la necesidad de fortalecer la capacitación y sensibilización del personal que opera el procedimiento analizado con el fin de implementar adecuadamente herramientas para el análisis de causas, así como establecer mecanismos de medición de la eficacia que permitan conducir al procedimiento hacia la mejora continua.

Palabras clave: auditorías de calidad, no conformidad, mejora continua, herramientas de calidad.

Abstract

This study arises from the problems that have arisen at the Campeche and Lerma Technological Institutes (ITs) of TecNM over the last three years in internal and external quality audits. Recurring non-conformities have been found in the Quality Management System Course Management Procedure, which is why the objective is to develop a guide that includes the actions that should be considered after the quality audit so that it truly functions as a tool for continuous improvement. This research is presented from the interpretive paradigm with a mixed approach. Its design is non-experimental; due to the characteristics of the research, a non-probabilistic sample is taken in which all the academic department heads of the aforementioned ITs participate. The research techniques used are observation, document analysis, and surveys. The quantitative instruments are validated by three experts, their reliability is measured with Cronbach's Alpha, and the information collected is processed with SPSS and MAXQDA software. The results of this research show that the staff of the institutes involved are familiar with the criteria and purposes of quality audits; however, there is a need to strengthen the training and awareness of the staff who operate the procedure analyzed in order to properly implement tools for cause analysis, as well as to establish mechanisms for measuring effectiveness that will lead to continuous improvement of the procedure.

Keywords: quality audits, non-conformity, continuous improvement, quality tools.

Introducción

En el contexto actual, la calidad en los procesos organizacionales constituye un pilar esencial para la sostenibilidad y competitividad de las instituciones, independientemente de su naturaleza o sector. Los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC), basados en la norma ISO 9001:2015, proporcionan una estructura metodológica que, a través de las auditorías de calidad, permite asegurar la conformidad de los procesos y fomentar la mejora continua. No obstante, la evidencia demuestra que la aplicación de auditorías de calidad, por sí sola, no garantiza el logro de este principio fundamental si no se acompaña de una gestión efectiva de las acciones correctivas y de un seguimiento sistemático que evalúe su eficacia.

La presente investigación analiza el papel de las auditorías de calidad dentro del SGC, destacando la necesidad de trascender su función de diagnóstico para convertirlas en verdaderas herramientas de mejora continua. El estudio se desarrolló en los Institutos Tecnológicos de Campeche y Lerma del TecNM, donde durante tres ciclos consecutivos se identificó la reincidencia de no conformidades en los procedimientos operativos del SGC, particularmente en el *Procedimiento de Gestión del Curso*, considerado este el eje del proceso académico. Esta situación pone de manifiesto una brecha entre la evaluación y la mejora, derivada de la falta de aplicación sistemática de herramientas de calidad y de metodologías que permitan medir la eficacia de las acciones emprendidas.

Diversos estudios respaldan la importancia de las auditorías de calidad como mecanismos de control y mejora. Solano-Cruz (2021), en una investigación realizada en Costa Rica, evidenció que, aunque las auditorías internas están conformadas por personal calificado, persisten deficiencias en la calidad del trabajo derivadas de la falta de seguimiento y retroalimentación efectiva. De manera similar, Sotelo (2018) identifica que la recurrencia de no conformidades y la ausencia de herramientas tecnológicas para el control del proceso limitan el impacto de las auditorías como instrumentos de mejora. Estas problemáticas, observadas también en instituciones educativas mexicanas, reflejan la necesidad de fortalecer las competencias del personal responsable y de incorporar metodologías de análisis de causas y medición de la eficacia de las acciones correctivas.

En el ámbito educativo, la calidad no se limita al cumplimiento normativo, sino que implica garantizar procesos académicos eficientes que contribuyan al aprendizaje y a la satisfacción de los estudiantes. No obstante, en México solo el 16.9 % de las instituciones de educación superior ha evaluado formalmente alguno de sus programas (SEP, 2022), lo que refleja un reto estructural en la gestión de la calidad educativa.

El propósito de esta investigación es diseñar una guía metodológica que fortalezca el seguimiento de las auditorías del SGC mediante la aplicación sistemática de herramientas de calidad, contribuyendo así a la mejora continua de los procedimientos operativos. Desde su relevancia científica y humana, el estudio promueve la cultura del aprendizaje institucional y la toma de decisiones basada en evidencias. Desde el punto de vista contemporáneo, responde a la necesidad de que las instituciones educativas evolucionen de sistemas certificados hacia sistemas realmente eficaces, donde la calidad no sea un requisito documental, sino una práctica cotidiana sustentada en el compromiso, la medición y la mejora constante.

En síntesis, este estudio plantea que ir *más allá de las auditorías de calidad* implica pasar del cumplimiento al aprendizaje organizacional, del hallazgo a la acción y de la acción a la mejora sostenida. Solo a través de la gestión, medición y seguimiento sistemático de las acciones correctivas será posible transformar las auditorías de calidad en una herramienta verdaderamente eficaz para la mejora continua.

Presentación de la problemática

En los últimos tres años, a través de auditorías internas y externas de calidad realizadas en los Institutos Tecnológicos de Campeche y de Lerma del TecNM, se ha identificado la recurrencia de no conformidades en los procedimientos operativos del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), lo que pone de manifiesto las limitaciones de las auditorías de calidad como mecanismo de mejora continua cuando no van acompañadas de un seguimiento sistemático y del uso eficaz de herramientas de calidad que detecten causas raíz para su eliminación; por ello, se plantea el desarrollo de una guía que fortalezca la eficacia del seguimiento de auditorías mediante la aplicación adecuada de dichas herramientas.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Diseñar una guía metodológica que fortalezca la eficacia del seguimiento de las auditorías del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) mediante la aplicación sistemática de herramientas de calidad, con el propósito de contribuir a la mejora continua de los procedimientos operativos de los institutos tecnológicos.

Objetivos específicos

1. **Analizar** la importancia de las auditorías de calidad en la evaluación del *Procedimiento de Gestión del Curso* integrado en el Proceso Académico, como parte de los procedimientos operativos del SGC.
2. **Identificar** las acciones implementadas en el *Procedimiento de Gestión del Curso* para atender los hallazgos y no conformidades detectadas en las auditorías de calidad, con el fin de valorar su contribución al seguimiento de la mejora continua.
3. **Clasificar** las acciones que deben realizarse para atender las no conformidades detectadas en las auditorías de calidad, de acuerdo con las etapas del proceso de seguimiento y mejora continua.
4. **Diseñar** una guía metodológica que integre los elementos definidos y las herramientas de calidad seleccionadas, orientada a fortalecer el seguimiento de las auditorías y la mejora continua de los procedimientos operativos del SGC.

Fundamento teórico

Sistemas de Gestión de la Calidad

Los Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC) constituyen el marco estructural mediante el cual las organizaciones aseguran el cumplimiento de los requisitos establecidos en las normas internacionales de calidad y en sus propios procesos internos. Según la norma ISO 9000 (2015), un SGC es el conjunto de elementos interrelacionados que permiten establecer políticas, objetivos y procesos orientados al cumplimiento de los requisitos y a la satisfacción del cliente. En este sentido, las normas ISO, al ser elaboradas por consenso internacional (ISO, s.f.), proporcionan lineamientos que garantizan la estandarización de los procesos y fomentan la mejora continua de productos y servicios, independientemente del sector de aplicación.

La Norma ISO 9001:2015 propone como principio operativo el enfoque basado en procesos, que articula todas las actividades de la organización bajo el ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Este ciclo, planteado inicialmente por Shewhart y difundido por Deming (Zapata, 2015), se ha consolidado como la metodología más eficaz para mantener la calidad y optimizar los resultados organizacionales (Jabaloyes et al., 2020).

Como señalan Delgado (2023) y Rajadell (2019), este enfoque requiere disciplina, comunicación funcional y estandarización de las actividades, integrando la autoevaluación permanente y la búsqueda de oportunidades de mejora.

Auditorías de calidad

En diversos estudios relacionados se pudo observar que la auditoría de calidad y sus metodologías asociadas son pilares fundamentales para impulsar la mejora continua y la excelencia organizacional. Estos estudios proporcionan un marco conceptual y práctico que sustenta la eficacia de la auditoría no solo como un mecanismo de verificación, sino como una herramienta de diagnóstico y gestión estratégica.

La Auditoría de Gestión y Calidad como Diagnóstico Estratégico

La auditoría, particularmente la auditoría de gestión se conceptualiza como una herramienta esencial de control y diagnóstico que permite a las organizaciones verificar el estado de sus procesos, identificar desviaciones y establecer acciones de mejora. Llumiguano et al. (2021) enfatizan que la auditoría de gestión es fundamental para diagnosticar, controlar, verificar y establecer sugerencias con el fin de optimizar la administración y los procesos empresariales. Este enfoque teórico resalta la importancia de la evolución de la auditoría para las organizaciones que buscan la mejora continua, posicionándola como un motor del sistema socioeconómico.

Marcos Normativos y Modelos de Excelencia como Base de la Gestión de Calidad

La efectividad de las auditorías de calidad se encuentra intrínsecamente ligada al cumplimiento de estándares reconocidos y la aplicación de modelos de excelencia, los cuales proveen la estructura para la medición y el seguimiento. González et al. (2021) demuestran la utilidad de integrar múltiples marcos de calidad al desarrollar una herramienta de seguimiento y evaluación. Su propuesta se basa en los criterios del European Model of Business Excellence (EFQM) y los requisitos de la Norma Técnica ISO 9001:2015. Esto establece que la auditoría y la medición de la calidad deben tener como referencia estos modelos para establecer indicadores mínimos que faciliten la toma de decisiones y el reconocimiento de calidad.

Metodologías Estructuradas para la Mejora Continua a Través de la Calidad

La auditoría alimenta los ciclos de mejora continua mediante la identificación de oportunidades y la aplicación de metodologías probadas y adaptables. Ferrer et al. (2021) proponen una metodología de mejora de la gestión de la calidad de los proyectos aplicable a diversas organizaciones, incluidas las instituciones de educación superior. Esta metodología se centra en la modificación del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Al apoyarse en normas como la ISO 21500:2012 y la NC-ISO 10006:2018, este

estudio sustenta que la mejora continua se logra a través de la aplicación de métodos estructurados, cuyo punto de partida es un diagnóstico riguroso de la gestión de la calidad.

En síntesis, estos estudios relacionados reflejan que la auditoría de calidad es una herramienta multifacética para la mejora continua. Su rol va más allá de la simple conformidad; actúa como un instrumento de diagnóstico estratégico que evalúa el desempeño con respecto a marcos de excelencia (EFQM) y estándares internacionales (ISO 9001), y alimenta metodologías de mejora probadas (DMAIC) para asegurar la optimización de los procesos y la gestión organizacional.

Toda organización que tiene implementado un sistema de gestión de la calidad certificado con la Norma ISO 9001:2015 debe implementar auditorías internas y externas de calidad a intervalos planificados con la finalidad de verificar la conformidad y cumplimiento de los requisitos establecidos por la organización y los especificados en la norma mencionada.

Las auditorías de calidad representan una herramienta esencial de evaluación y retroalimentación. Autores como González y Manzanares (2020) y Contreras et al. (2010), así como la norma ISO 9000 (2015), coinciden en que la auditoría es un proceso sistemático, documentado e independiente que permite obtener evidencias objetivas para determinar el grado de cumplimiento de los criterios de calidad establecidos. Su finalidad principal es verificar que las actividades planificadas se ejecuten conforme a los procedimientos y requisitos definidos, aportando información confiable para la toma de decisiones.

No conformidades

Las no conformidades detectadas durante las auditorías constituyen un elemento clave de análisis, ya que reflejan desviaciones respecto a los requisitos normativos o internos del sistema. De acuerdo con la ISO 9000 (2015), una no conformidad implica el incumplimiento de uno o más requisitos, y su atención requiere distinguir entre corrección (eliminar la no conformidad detectada) y acción correctiva (eliminar su causa para evitar recurrencias). Contreras et al. (2010) sostienen que la eficacia de las acciones correctivas depende del uso adecuado de herramientas como Círculos de calidad, hojas de control, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Estratificación y Diagrama de dispersión, mismas que permiten identificar las causas raíz y diseñar planes de acción basados en evidencias.

Asimismo, el tratamiento sistemático de las no conformidades debe orientarse por modelos como el que propone la ISO 19011:2018, el cual enfatiza la correcta redacción de los hallazgos (Ver tabla 1) y la verificación de la eficacia de las acciones tomadas. Este enfoque garantiza que las organizaciones aprendan de sus errores y eviten la reincidencia de fallas, principio esencial de la mejora continua.

Tabla 1

Estructura de una No Conformidad

Estructura de la No Conformidad

Lugar	Lugar o proceso en el que se encontró el incumplimiento del requisito.
Evidencia	La evidencia de la auditoría (que se pueda demostrar)
Requisito	La descripción del número de requisito de la norma o de los procedimientos de la organización.
Naturaleza	Descripción de los criterios de auditoría o la referencia a los mismos. La declaración de no conformidad.

Fuente: Elaboración propia con información de la norma ISO 19011: 2018

Y deben ser tratadas como lo establece ISO 9001 (2015), la cual se cita en seguida:

- Tomar acciones para controlarla y corregirla.
- Evaluar la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir ni ocurra en otra parte, mediante:
 - a) La revisión y el análisis de la no conformidad;
 - b) La determinación de las causas de la no conformidad;
 - c) La determinación de si existen no conformidades similares, o que potencialmente puedan ocurrir;
 - d) Implementar cualquier acción necesaria;
 - e) Revisar la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;
 - f) Si fuera necesario, actualizar los riesgos y oportunidades determinados durante la planificación; y
 - g) Si fuera necesario, hacer cambios al sistema de gestión de la calidad.
- Las acciones correctivas deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas. (p. 20)

En conjunto, las posturas revisadas convergen en que el fortalecimiento del seguimiento de auditorías y la aplicación efectiva de herramientas de calidad son condiciones indispensables para lograr la eficacia sostenida de los sistemas de gestión. Sin embargo, difieren en el grado de formalización y enfoque metodológico: mientras algunos autores priorizan la evaluación documental o normativa (ISO 9001, ISO 19011), otros enfatizan el componente de análisis causal y la cultura organizacional (Zapata, 2015; Rajadell, 2019).

Así, el presente estudio se sustenta en la necesidad de integrar ambos enfoques; normativo y metodológico, a través del diseño de una guía metodológica que oriente al personal responsable en la atención de no conformidades y en el uso sistemático de herramientas de calidad. Dicha guía busca transformar el seguimiento de auditorías en un proceso de aprendizaje organizacional que asegure la mejora continua de los procedimientos operativos del SGC.

Mejora continua

Considerando que la mejora continua es un enfoque o método de gestión empresarial para lograr de manera constante la mejora de los servicios, productos o procesos de las organizaciones optimizando los resultados a través de la eliminación de los desperdicios o despilfarros, reducción de costos y aumento de la calidad a través de la satisfacción de los clientes, es como se presenta la filosofía o espíritu Kaizen; término acuñado por los japoneses, que tiene como finalidad aplicar la creatividad de las técnicas de mejora continua. El principal objetivo de Kaizen de acuerdo con lo establecido por Rajadell (2019), “es la búsqueda de la perfección en toda actividad, la auto iniciativa y disciplina de los operarios para encontrar oportunidades de mejora, la comunicación funcional y la estandarización del trabajo para eliminar despilfarros” (p. 217).

Una de las principales metodologías aplicadas al Kaizen es el ciclo Deming, también conocido como ciclo de mejora continua o *ciclo PHVA* en español (por sus siglas Planear, Hacer, Verificar y Actuar), como bien establece Jabaloyes *et al.* (2020)

La dirección de la organización debería buscar continuamente la mejora de la eficacia y eficiencia de los procesos, productos y servicios de la organización, en beneficio y para satisfacción de las partes interesadas. Para ello debería establecer un proceso para identificar y gestionar las oportunidades de mejora. El proceso de mejora continua más implantado en las organizaciones es el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar). (p. 32)

Figura 1

Ciclo Deming o PHVA

Fuente: Elaboración propia a partir de Zapata (2015).

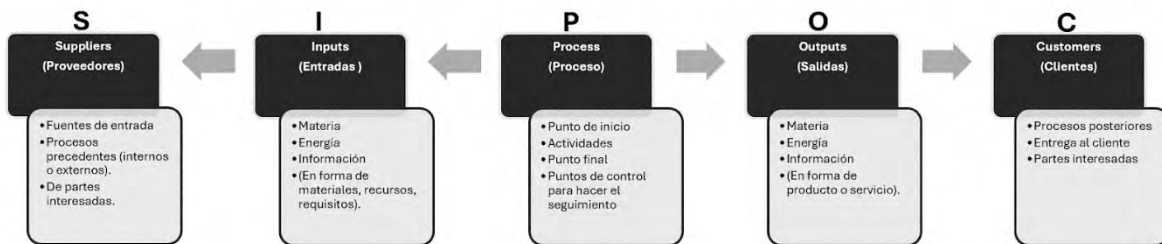
Es indispensable mencionar que el ciclo PHVA (Ver figura 1) se debe aplicar en cada actividad, procedimiento, proceso, etc. para lograr la mejora continua, esto debido a que todo lo que se planea debe ser hecho y todo lo que se hace debe ser verificado para controlar su cumplimiento y lo que se verifica por medio de supervisiones o de auditorías debe ser evaluado para su mejora ya sea con acciones correctivas o con proyectos de mejora del desempeño.

Otra de las metodologías utilizadas en la mejora continua Kaizen es el *SIPOC* (Ver figura 2) por sus siglas en inglés Suppliers (Proveedores), Inputs (Entradas), Process (Procesos),

Outputs (Salidas) y Customers (Clientes), esta es una herramienta que se utiliza para definir los elementos de un proceso.

Figura 2

Esquema de los elementos de un proceso (SIPOC)



Fuente: Elaboración propia con información de la Norma ISO 9001: 2015.

Este método es útil para cualquier organización, ya sea industrial o institucional, para identificar el objetivo de cada uno de sus procedimientos. En éste se identifican claramente sus proveedores y sus clientes, así como las características de sus insumos, entradas y salidas, con la finalidad de definir correctamente los elementos de transformación del bien o servicio.

Metodología

Este estudio se enfoca en analizar la efectividad de las acciones correctivas derivadas de las auditorías de calidad y proponer acciones de seguimiento para alcanzar la mejora continua con éxito sostenido en el tiempo. La investigación aborda la recurrencia de no conformidades en el Procedimiento de Gestión del Curso en los Institutos Tecnológicos de Campeche y Lerma del TecNM (IT's), específicamente en el incumplimiento del requisito 8.5.1 y 8.7.1 de la Norma ISO 9001:2015.

Enfoque y Diseño

El estudio adopta un paradigma interpretativo, buscando la profundidad en los motivos de los hechos y considerando la realidad como dinámica y holística. Se utiliza un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos de forma concurrente y secuencial para lograr una explicación robusta del fenómeno. Esto permite no solo medir la reincidencia de no conformidades (cuantitativo), sino también explorar el conocimiento y entendimiento del personal involucrado (cualitativo).

El diseño es no experimental, ya que se basa en la observación y el análisis de la efectividad de las acciones correctivas sin manipular deliberadamente las variables. Es un estudio de caso con alcance descriptivo, cuyo propósito es representar las características fundamentales y detallar los hechos del problema dentro del contexto específico de los IT's. La investigación es de tipo transversal, ya que la recolección de datos primarios se realiza durante el segundo periodo del año 2023.

Participantes e Instrumentación

La población del estudio está conformada por 163 empleados del ITC. La muestra es no probabilística, seleccionada intencionalmente en función de los criterios de inclusión-exclusión relacionados con el Proceso Académico, específicamente el Procedimiento de Gestión del Curso. Los participantes clave son: 7 jefes de Departamento Académico, el Subdirector Académico y los Administradores del SGC de los IT's estudiados.

Se emplearon tres instrumentos principales:

1. **Lista de cotejo:** Aplicada mediante la técnica de observación para verificar la claridad de los criterios de auditoría de calidad y la comprensión de herramientas para detectar causas por parte de los Jefes de Departamento Académico.
2. **Guía de análisis de documentos:** Utilizada para el análisis documental de informes de auditoría de los tres periodos anteriores (2021-2023), revisando la reincidencia de hallazgos y los requisitos incumplidos de la Norma ISO 9001:2015.
3. **Cuestionario:** Instrumento de encuesta adaptado bajo la escala tipo Likert, con 23 ítems, dirigido a determinar el grado de cultura de calidad, el conocimiento de la filosofía Kaizen y las metodologías de mejora continua en la muestra.

Validez, Confiabilidad y Análisis de Datos

La validez de los instrumentos se aseguró mediante el método Delphi con la consulta a tres expertos, quienes evaluaron los criterios de suficiencia, claridad, coherencia y relevancia. Asegurando la pertinencia de las preguntas. Además, se realizó una prueba piloto en otro Instituto para refinar los instrumentos.

La confiabilidad del cuestionario se determinó con el coeficiente Alfa de Cronbach. Tras la aplicación a la muestra y el procesamiento con el software SPSS, se obtuvo un coeficiente de $\alpha = 0.805$, lo que indica una confiabilidad alta, sustentando la estructura válida y confiable del instrumento.

Procesamiento de la información

El procesamiento de la información combinó el uso de Microsoft Excel y SPSS para el análisis estadístico cuantitativo de la encuesta y la lista de cotejo. Para el análisis cualitativo de la guía de análisis de documentos, se utilizó el software MAXQDA, que generó nubes de

datos para identificar la frecuencia de hallazgos no conformes. Esta aproximación metodológica integral (mixta, no experimental, validada por expertos y con alta confiabilidad) permite un análisis profundo y fundamentado para lograr el objetivo de proponer una guía de acciones de seguimiento de las auditorías de calidad.

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos demuestran una sólida comprensión del concepto de gestión de la calidad por parte del personal de los institutos analizados. Se constató que los jefes de departamento conocen los criterios, propósitos y requisitos de las auditorías de calidad, en concordancia con lo establecido en la norma ISO 9001:2015. Esta coincidencia teórica confirma que las auditorías son entendidas como un proceso sistemático y documentado orientado a evaluar el cumplimiento de los criterios de calidad y a verificar la conformidad de los procedimientos operativos. En este sentido, el *Procedimiento de Gestión del Curso* se reconoce como un componente central del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), alineado con el *Plan de Calidad Institucional*.

Sin embargo, el análisis de la información revela una diferencia significativa entre el conocimiento conceptual y la aplicación práctica de las auditorías. Aunque el personal ejecuta acciones para atender las no conformidades detectadas, estas no siempre resultan eficaces. Los resultados evidencian que la mayoría de los jefes de departamento aplican solamente herramientas de calidad como el diagrama de Ishikawa y los cinco porqués, pero el uso limitado de estas metodologías restringe la profundidad del análisis de causas. La teoría (ISO 9001:2015; Contreras et al., 2010) sostienen que la eficacia de una acción correctiva se refleja en la eliminación definitiva de la causa raíz y en la ausencia de recurrencia de no conformidades, situación que no se cumple en los institutos evaluados.

En efecto, se observó una recurrencia significativa en los requisitos 8.5.1 (*Producción y provisión del servicio*) y 8.7.1 (*Control de salidas no conformes*), lo cual confirma que las acciones correctivas implementadas no han logrado eliminar las causas que originan los hallazgos. Este resultado contradice el principio de la mejora continua planteado por la norma ISO 9001:2015, que exige revisar la eficacia de toda acción correctiva tomada. La falta de medición de la eficacia fue señalada por la mayoría de los encuestados, quienes manifestaron desconocimiento sobre los métodos para evaluar resultados. Esta omisión representa un punto crítico, ya que interrumpe el ciclo de seguimiento y debilita la efectividad del SGC.

Al confrontar estos hallazgos con la teoría, se observa concordancia con los planteamientos de Solano-Cruz (2021) y Sotelo (2018), quienes identificaron que la ausencia de seguimiento y retroalimentación limita el impacto de las auditorías como herramientas de mejora. Lo que indica la necesidad de transformar las auditorías de calidad en procesos de aprendizaje organizacional más que en simples mecanismos de verificación.

Referente a clasificar las acciones que deben realizarse para atender las no conformidades detectadas, los resultados muestran coherencia con el ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar). Se determinó que:

- Las auditorías de calidad se ubican en la etapa *Verificar*.
- La atención de los hallazgos y la implementación de acciones correctivas corresponden a la etapa *Actuar*.
- El tratamiento de las no conformidades se alinea con la cláusula 10.2 de la norma ISO 9001:2015, que exige revisión, análisis de causas e implementación de acciones necesarias.

No obstante, la evidencia empírica muestra deficiencias en la ejecución práctica de la etapa *Actuar*. En particular, se identificaron tres debilidades principales:

1. Falta de revisión de la eficacia: las acciones correctivas se ejecutan, pero no se evalúa su impacto.
2. Débil enfoque al cliente: en este procedimiento de gestión del curso no se consideran las sugerencias que aportan los estudiantes en la evaluación docente como retroalimentación.
3. Escaso trabajo colaborativo: la comunicación interdepartamental es limitada, lo que debilita el enfoque basado en procesos promovido por la norma.

Estos resultados reafirman la necesidad de fortalecer la gestión posterior a las auditorías y de establecer mecanismos que aseguren el cierre completo del ciclo de mejora. Se propone, por tanto, una clasificación revisada de las acciones correctivas, que integre tres elementos fundamentales:

- Formalización metodológica: incluir el uso de herramientas de calidad y metodologías sistemáticas para definir, medir, analizar y evaluar las acciones implementadas.
- Fortalecimiento del enfoque a procesos: promover la colaboración y el conocimiento de las interdependencias entre áreas.
- Medición de la eficacia: incorporar indicadores claros que permitan verificar si las acciones correctivas logran eliminar la causa raíz.

Finalmente, en cumplimiento del cuarto objetivo —definir los elementos que deben intervenir para realizar acciones correctivas eficaces—, la evidencia empírica permitió precisar los vacíos metodológicos existentes y sustentar la necesidad de diseñar una guía metodológica. Dicha guía integra los pasos necesarios para analizar las no conformidades (**Apéndice A**), seleccionar las herramientas de calidad más adecuadas y establecer

indicadores de eficacia. Asimismo, propone la capacitación del personal en metodologías de mejora continua (como SIPOC y herramientas estadísticas de calidad) para garantizar la eliminación de causas raíz y evitar la reincidencia de hallazgos.

Los hallazgos permiten reafirmar la premisa central de este estudio: las auditorías de calidad, por sí solas, no conducen a la mejora continua; únicamente la integración de la gestión, la medición y el seguimiento de las acciones correctivas puede consolidarlas como un verdadero motor de aprendizaje institucional y de mejora continua sostenida.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación confirman que las auditorías de calidad, aunque constituyen una herramienta fundamental del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC), no garantizan por sí solas la mejora continua si no se acompañan de un seguimiento sistemático, la aplicación adecuada de herramientas de calidad y la medición de la eficacia de las acciones correctivas.

El estudio permitió identificar que el personal responsable del *Procedimiento de Gestión del Curso* conoce los criterios y propósitos de las auditorías de calidad definidos en el Plan de Calidad Institucional; sin embargo, este conocimiento no se traduce en acciones correctivas eficaces, ya que persiste la recurrencia de no conformidades en los requisitos 8.5.1 (*Producción y provisión del servicio*) y 8.7.1 (*Control de salidas no conformes*) de la norma ISO 9001:2015. Estos hallazgos evidencian la necesidad de fortalecer la gestión posterior a la auditoría y de promover una cultura organizacional orientada al análisis de causas y a la verificación de resultados.

Los objetivos planteados en la investigación se cumplieron de manera integral. Se logró describir el marco teórico que sustenta la función de las auditorías de calidad como herramientas de evaluación, identificar las deficiencias en el seguimiento de las no conformidades detectadas y proponer una guía metodológica que integra la gestión, medición y seguimiento de las acciones correctivas. Esta guía representa una aportación práctica para transformar las auditorías en verdaderos mecanismos de mejora continua dentro de los procesos académicos.

Asimismo, los resultados demostraron que, aunque el personal realiza acciones correctivas, no cuenta con capacitación especializada en metodologías de análisis de causa raíz ni en técnicas para medir la eficacia de las acciones implementadas. Esta carencia limita la efectividad del ciclo de mejora y explica la recurrencia de hallazgos no conformes. Se comprobó también la necesidad de fortalecer la comunicación, la colaboración y el trabajo en equipo dentro de los departamentos académicos, con el propósito de consolidar una cultura de calidad sostenida.

Con base en la evidencia empírica y teórica, se concluye que ir *más allá de las auditorías de calidad* implica convertirlas en un proceso dinámico de aprendizaje institucional, en el que

la detección de no conformidades dé paso a la acción, al seguimiento y a la evaluación de resultados. La implementación de la guía metodológica propuesta contribuirá a que las auditorías sean realmente una herramienta eficaz para la mejora continua, consolidando así un modelo de gestión de la calidad más participativo, reflexivo y sostenible en el tiempo.

Bibliografía

- Contreras Espinosa, R. Zárate, J. J. y Meza Sánchez, S. (2010). *Gestión y estadística de la calidad*. Grupo Editorial Éxodo. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/itcampeche/130329?page=23>.
- Ferrer Guerra, D., Sosa Vera, R. C., Ramos Azcuy, F.J y Guerra Breña, R. M. (2021). *Metodología para la mejora de la gestión de la Calidad de los proyectos*. Editorial Universitaria.
- González Gaya, C. & Manzanares Cañizares, C. (2020). *Sistemas de Gestión de la Calidad ISO 9001: guía de aplicación*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. <https://elibro.net/es/ereader/itcampeche/162883?>
- González Torres, M., Olarte Lozada, A. A. y Camacho Camacho, H. (2021). *Propuesta de una herramienta para el seguimiento y evaluación en instituciones de educación*. Universitaria. <https://elibro.net/es/ereader/itcampeche/191366?page=153>
- ISO. (2018). *Directrices para la auditoría de los sistemas de gestión* (19011). <https://uadeo.mx/wp-content/uploads/2020/11/NORMA-ISO-19011-2018.pdf>
- ISO. International Organization for Standardization. (s.f.). *About us*. <https://www.iso.org/about-us.html>
- ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario* (Norma núm. 9000). https://dai.uas.edu.mx/pdfs/NORMA_ISO_9000-2015_FyV.pdf
- ISO. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos* (9001). https://repositorio.buap.mx/rcontraloria/public/inf_public/2019/0/NOM_ISO_9001-2015.pdf
- Jabaloyes Vivas, J. Carot Sierra, J. M. y Carrión García, A. (2020). *Introducción a la gestión de la calidad*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/152213/TOC_6628_01_01.pdf?sequence=1
- Llumiguano Poma, M. E., Gavilánez Cárdenas, C. V., & Chávez Chimbo, G. W. (2021). Importancia de la auditoría de gestión como herramienta de mejora continua en las empresas. *Dilemas contemporáneos: educación, política y valores*, 8 (42), 4-11. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v8i.2723>

- Rajadell Carreras, M. (2019). *Creatividad: emprendimiento y mejora continua*. Reverté.
- Secretaría de Educación Pública [SEP]. Acuerdo nacional para impulsar la mejora continua de la educación superior. (Propuesta presentada al CONACES en la sesión ordinaria). 22 de febrero de 2022 (México). https://www.educacionsuperior.sep.gob.mx/conaces/pdf/3sesion/9_acuerdo.pdf
- Solano-Cruz, G. (2021). Mejora continua al Sistema de Aseguramiento de la Calidad de las auditorías internas. *Revista de Ciencias Económicas*, 39(2), e41513. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/41513>
- Sotelo Asef, J. G. (2018). La planeación de la auditoría en un sistema de gestión de calidad tomando como base la norma ISO 19011:2011. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación Y El Desarrollo Educativo*, 8(16), 97 - 129. <https://doi.org/10.23913/ride.v8i16.329>
- Zapata Gómez, A. (2015). *Ciclo de la calidad PHVA*. Universidad Nacional de Colombia.

Apéndice A

Guía metodológica para fortalecer el seguimiento de las auditorías de calidad

I. Propósito:

Establecer las acciones de mejora continua que deben implementarse después de detectar hallazgos no conformes durante las auditorías de calidad internas o externas, con el fin de lograr que las auditorías funcionen realmente como una herramienta eficaz dentro del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC).

II. Alcance:

Esta guía aplica a todos los dueños de proceso responsables de las actividades relacionadas con el Sistema de Gestión de la Calidad de la organización.

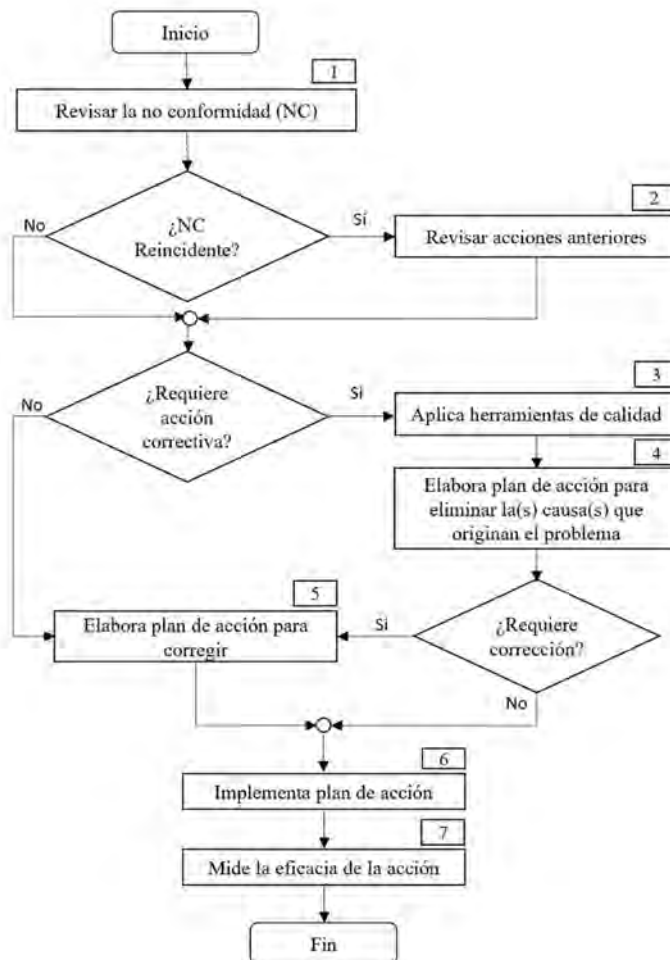
II. Políticas de operación:

1. Toda no conformidad detectada durante las auditorías de calidad deberá revisarse en reunión de trabajo con la participación de los jefes de las áreas involucradas. La verificación de la reunión y los acuerdos adoptados corresponderá al jefe inmediato superior o a quien designe la dirección.
2. En caso de presentarse una no conformidad reincidente, se deberán analizar las acciones correctivas previamente implementadas, evaluar la forma en que se midió su eficacia e identificar las causas que impidieron su efectividad, con el propósito de establecer medidas correctivas adecuadas.

3. Antes de atender el hallazgo, se deberá revisar y analizar la no conformidad aplicando los pasos establecidos en el Diagrama de flujo para la atención de no conformidades (*ver Diagrama 1*). Este análisis deberá realizarse utilizando herramientas de calidad que permitan identificar la causa raíz del problema.
4. Una vez atendido el hallazgo no conforme, deberá revisarse el proceso en el que se originó la no conformidad con el fin de identificar oportunidades de mejora y eliminar retrabajos innecesarios. Este análisis se llevará a cabo conforme a la metodología de mejora continua SIPOC y a lo dispuesto en la Norma ISO 9001 (*ver Diagrama 2*).

Diagrama 1

IV. Atención de no conformidades



Fuente: Elaboración propia de los autores.

V. Descripción de actividades

1. *Revisar la no conformidad.* Después de llevarse a cabo la auditoría de calidad, ya sea interna o externa se debe revisar el informe de auditoría, en caso de haber hallazgos no conformes el directivo o directivos del o las áreas involucradas deben convocar a los jefes subalternos (los involucrados en la no conformidad) a una reunión de trabajo para analizar la no conformidad y elaborar el plan de acción para atender la situación encontrada en auditoría.

¿Es reincidente?

Sí= Pasar a la actividad 2

No= Pasar directamente a la pregunta después de la actividad 2 (¿Requiere acción correctiva?)

2. *Revisar acciones anteriores.* En reunión de trabajo se deben revisar las acciones que se han implementado anteriormente, cuando el incumplimiento del requisito ha sido reincidente o si la no conformidad es similar a alguna encontrada en auditorías pasadas. La finalidad de revisar las acciones implementadas es para verificar el cumplimiento y la medición de los resultados de esas acciones, por lo que, en caso de haberse implementado adecuadamente revisar por qué no se eliminó la causa del problema y a partir de ese resultado volver a plantear acciones que permitan eliminar la causa o causas que originan el problema.

¿Requiere acción correctiva?

Sí= Pasa a la actividad 3

No= Pasa a la actividad 5

3. *Aplica herramientas de calidad.* Las herramientas estadísticas básicas de la calidad tienen como función analizar y profundizar el problema operativo dentro de la organización para determinar las causas o posibles causas que están dando origen al problema detectado. Se aplican según la situación encontrada. Se describen las siete herramientas para su aplicabilidad, de acuerdo con Contreras et al. (2010) son, círculos de calidad, hojas de control, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Estratificación y Diagrama de dispersión.

Previo a la aplicación de estas herramientas se deben complementar según sea el caso con otras técnicas cualitativas como son, lluvia de ideas, diagramas de flujo, entrevista, etc.

- a. *Círculos de calidad.* Cuando se requiere la mayor cantidad de puntos de vista para tomar una decisión.

- En reunión se hacen subgrupos de tres o cuatro personas, invitando a los jefes de proyectos de docencia y a los presidentes de academia.
- Cada subgrupo presenta el análisis del problema desde su punto de vista.

- Se hace una lluvia de ideas por subgrupo, aportando un mínimo de 20 ideas, posteriormente se hace una estratificación.
 - Si el problema puede ser abordado desde la primera aportación se pondera y se saca la causa o causas que originan el problema.
 - Si no se resuelve desde la primera aportación de ideas, se complementa con otra de las siguientes herramientas estadísticas que permita un análisis más profundo del problema.
- b. Hojas de control. Se utilizan para reunir la mayor cantidad de datos necesarios para hacer un análisis exhaustivo, se anotan de forma tabular facilitando la recolección y organización de datos.
- c. Histograma. Se utiliza para comparar datos de un proceso de forma precisa y hasta qué punto están habiendo desviaciones. A través de un gráfico de barras.
- d. Diagrama de Pareto. Apoyándose de la lluvia de ideas se realiza el diagrama de Pareto ponderando las causas expuestas en la lluvia de ideas con la finalidad de clasificar gráficamente los datos de mayor a menor grado de importancia para reconocer la o las causas prioritarias en los que se debe enfocar la solución del problema. También se le conoce como regla 80/20 en el que se considera que el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas.
- e. Diagrama de Ishikawa. Permite encontrar las posibles causas que generan la no conformidad a través del análisis sistemático de seis factores o categorías; método, maquinaria, mano de obra, materiales, medición y medio ambiente (conocido como las 6 M), se utiliza la cantidad de m que sean necesarias para el análisis del problema, en la cabeza se describe la no conformidad y se hace el plan de acción por rubros o categorías.
- f. Estratificación. Permite clasificar la lluvia de ideas en datos disponibles por grupos o categorías llamados “estratos” con características similares. Se utiliza como complemento antes de realizar diagramas como el de Pareto o el histograma.
- g. Diagrama de dispersión o de correlación. Se utiliza para analizar la variación de un proceso, determinando a qué obedece esta variación. Se estudian dos variables, pudiendo ser una característica de calidad y un factor que le afecta, dos características de calidad relacionadas o dos factores relacionados con una variable de calidad.
4. *Elabora plan de acción para eliminar la(s) causa(s) que originan el problema.* Derivado del análisis de causas a través de herramientas estadísticas de calidad, se determina la causa o causas principal(es), con esto se realiza el plan de acción que atiende la causa o causas que originaron el problema.

5. *Elabora plan de acción para corregir.* La corrección se lleva a cabo para arreglar un problema específico o corregir una desviación inmediata sin necesariamente investigar su causa raíz.

6. *Implementa plan de acción.* Ya elaborado el Plan de Acción se implementan las acciones en las áreas y fechas correspondientes por las personas responsables de su ejecución, dándole seguimiento la persona responsable de su verificación.

7. *Mide la eficacia de la acción.* Después de implementar las acciones definidas para atender la no conformidad detectada, se debe medir su eficacia para verificar que la causa o causas principales han sido eliminadas o si requieren seguimiento hasta su total eliminación.

Diagrama 2

VI. Metodología SIPOC

Suppliers (Proveedores) (5)	Inputs Entradas (4)	Process Proceso (1)	Outputs Salidas (3)	Customers Clientes (2)
Fuentes de entrada (proveedores) Procesos precedentes	Recursos que se necesitan para que el proceso funciones.	Pasos necesarios para ejecutar el proceso	Resultados del proceso.	Receptor de salidas (clientes) Procesos receptores

Instructivo:

Se realizó siguiendo los pasos de la metodología SIPOC planteados en Narcia (2016) y en el esquema de los elementos de un proceso enmarcado en la Norma ISO 9001:2015, p. ix. Este se llena según el orden numérico, se marca con letras mayúsculas (Ver figura 2).

1. Primero se identifica el proceso que se desea analizar. El espacio de la columna se llena al final con la descripción de todos los pasos para obtener el producto (bien o servicio) P (Proceso).
2. Se determina a la persona, unidad administrativa o parte interesada que se beneficiará con los resultados del proceso: el cliente C (Cliente).
3. Preguntar ¿qué quiere el cliente? la respuesta se anotará en el espacio de O (Salidas).

4. Preguntar ¿qué debe dar el proveedor? para el resultado anotaremos la respuesta en el espacio de I (Entradas).
5. Explicar ¿quién le da al cliente lo que quiere? anotaremos la respuesta en el espacio de la S (Proveedor).

VII. Glosario (términos y definiciones tomados de la Norma ISO 9000:2015)

1. *No conformidad*: Incumplimiento de un requisito.
2. *Acción correctiva*: Acción para eliminar la causa de una *no conformidad* y evitar que vuelva a ocurrir.
3. *Corrección*: Acción para eliminar una *no conformidad* detectada.
4. *Eficacia*: Grado en el que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados.

Tablas y figuras

Tabla 1	10
Figura 1	12
Figura 2	13

Análisis de la relación entre dureza superficial, medida con esclerómetro, y contenido de poros en las rocas del banco de Seybaplaya, Campeche.

José W. Naal-Pech¹

Youness El Hamzaoui²

Leonardo Palemón-Arcos³

Juan A. Álvarez-Arellano⁴

Josefa de los Ángeles Paat Estrella⁵

Universidad Autónoma del Carmen, Universidad Autónoma de Campeche

joswnaal@uacam.mx

lpalemon@pampano.unacar.mx

eyouness@pampano.unacar.mx

jalvarez@pampano.unacar.mx

josapaae@uacam.mx

Resumen.

Se analizó la relación existente entre la dureza superficial y el porcentaje de porosidad en rocas provenientes de un banco activo en Seybaplaya, Campeche, México. A partir de los datos obtenidos, se formuló una ecuación que permitirá estimar la dureza superficial utilizando los valores de porosidad. Cabe señalar que dicha relación solo es aplicable a rocas con características litológicas semejantes a las de las muestras estudiadas. Los resultados y conclusiones del análisis muestran que existe una correlación lineal entre la dureza superficial y el contenido de porosidad.

Palabras clave: Análisis de las propiedades físicas, dureza superficial y porosidad

Abstract

The relationship between surface hardness and porosity percentage in rocks from an active quarry in Seybaplaya, Campeche, Mexico, was analyzed. Based on the data obtained, an equation was formulated that will allow surface hardness to be estimated using porosity values. It should be noted that this relationship is only applicable to rocks with lithological characteristics like those of the samples studied. The results and conclusions of the analysis show that there is a linear correlation between surface hardness and porosity content.

Keywords: Analysis of physical properties, surface hardness, and porosity

Introducción

Las estructuras, como cualquier patrimonio construido, se sustentan sobre el suelo o la roca, cada edificación requiere de agregados pétreos, en donde las rocas representan el recurso esencial. Por lo tanto, resulta indispensable analizar sus características, ya que constituyen la base del progreso humano asegurando la estabilidad estructural desde los cimientos. En la región sureste de México, predominan las calizas, las cuales, pese a su bajo costo de extracción y sus adecuadas propiedades físico-mecánicas que las convierten en un material constructivo ideal, pueden experimentar alteraciones físicas y químicas. Dichos cambios afectan tanto su aspecto externo como su comportamiento mecánico (Espinosa-Morales *et al.*, 2020; Stelfox, 2021). Por esta razón, conocer las propiedades físicas y mecánicas de los bancos de roca de los cuales se extraen materiales destinados a la construcción y conservación del patrimonio edificado es de suma relevancia.

Planteamiento del Problema

La resistencia de las rocas es un elemento crucial para la estabilidad de las construcciones (Naal-Pech *et al.*, 2023), especialmente en el contexto de edificaciones barrocas en el estado de Campeche, que están construidas con mampostería de piedra caliza. Estas estructuras están expuestas a un clima tropical húmedo, lo que provoca alteraciones en los materiales y plantea desafíos para su durabilidad y conservación.

Los factores que influyen en la resistencia de las rocas incluyen la proporción mineralógica, la textura, la estructura granular (González, 2002) y el origen geológico. Además, el comportamiento de los bancos de roca en su entorno natural es fundamental, ya que el material extraído puede presentar mayor resistencia, pero también puede contener zonas de debilidad estructural, como fisuras y fracturas (Iriondo, 2006). La identificación de estas características es esencial para garantizar la integridad de las construcciones.

La caracterización de los bancos de roca mediante parámetros de comportamiento mecánico, como la resistencia a compresión uniaxial (RCUS), es necesaria para clasificar las rocas según su grado de resistencia, pero el costo de estas pruebas es elevado. Sin embargo, una alternativa más económica y con valores confiables, es correlacionar la resistencia superficial con la porosidad, lo que permite desarrollar estrategias efectivas para la preservación del patrimonio arquitectónico en la región, asegurando la estabilidad y durabilidad de las construcciones en el contexto de un clima desafiante.

Objetivo de la Investigación

Analizar y caracterizar las propiedades físicas de las rocas, evaluando su resistencia superficial a través del uso del esclerómetro, con el fin de aplicar estos conocimientos en el contexto de las edificaciones barrocas de Campeche.

Fundamentos teóricos

Las correlaciones mencionadas derivan de diversas investigaciones sobre distintos tipos de rocas, tales como areniscas, esquistos, calizas y dolomitas. Dichas correlaciones se establecieron mediante ensayos y análisis de núcleos de roca, lo que permitió identificar y relacionar parámetros específicos de cada formación. Estas ecuaciones han sido probadas tanto en laboratorio como en campo para determinar su resistencia a compresión uniaxial (RCUS). En la Tabla 1 se presentan diversas correlaciones entre las propiedades físicas y los resultados obtenidos con el esclerómetro.

Tabla 1. Relación entre la dureza superficial (martillo Schmidt). Donde RCUS es compresión uniaxial simple en MPA, R valor de rebote de impacto del esclerómetro tipo roca, γ es la densidad de la roca en (g/cm^3).

Tipo de roca	Autor	Ecuación de Correlación	Relación
Tres tipos de roca base	Deere and miller (1966)	$\text{RCUS}=10^{(0.00014\gamma R+31.6)}$	0.94
Tres tipos de roca base	Aufmuth (1973)	$\text{RCUS}=6.9 \times 10^{[1.348\log(\gamma R)+1.86]}$	
Tres tipos de roca base	Beverly et al. (1979)	$\text{RCUS}=12.74\exp[0.0185 \gamma R]$	
Carbón de roca	Kidybinski (1980)	$\text{RCUS}=0.447\exp[0.045(R+3.5)+\gamma]$	0.72
30 unidades sedimentarias	Singh et al. (1983)	$\text{RCUS}=2R$	0.94
20 unidades sedimentarias	Shorey et al. (1984)	$\text{RCUS}=0.4R-3.6$	0.7
10 unidades sedimentarias	Haramy and DeMarco (1985)	$\text{RCUS}=0.994R-0.383$	0.87
Carbón	Ghose and Chakraborti (1986)	$\text{RCUS}=0.88R-12.11$	0.77
19 diferente tipo de roca	Kılıc and Teymen (2008)	$\text{RCUS}=0.0137R^{2.2721}$	0.97

Área de estudio

Seybaplaya, en el estado de Campeche, se localiza dentro de la Plataforma de Yucatán, una amplia formación de roca sedimentaria originada hace millones de años a partir de la acumulación de sedimentos marinos, que alcanza una profundidad cercana a los 200 metros. El suelo de esta región está conformado principalmente por rocas sedimentarias, entre ellas calizas y arcillas, y cuenta con importantes reservas de petróleo y gas natural, recursos que desempeñan un papel clave en la economía local.

Es crucial analizar las propiedades de las rocas del banco Mary Carmen y sus alrededores, donde se ubica la cantera (Figura 1).



Figura 1. Ubicación de banco de roca Mary Carmen en Seybaplaya del estado de Campeche, México. (Naal-Pech *et al.*, 2023).

Metodología

Con el fin de reconocer las particularidades del banco de roca Mary Carmen y los tipos de agregados disponibles, resulta esencial analizar opciones dentro del estado que permitan llevar a cabo de manera eficiente la construcción y rehabilitación del patrimonio edificado. La prueba no destructiva más comúnmente utilizada en rocas es el esclerómetro, mientras que la porosidad se destaca como una de las propiedades físicas más importantes. Sin embargo, durante este estudio se logró definir un procedimiento para llevar a cabo las pruebas en las rocas del banco Mary Carmen, ubicado en Seybaplaya, Campeche, siguiendo los pasos que se describen a continuación

2.1 Exploración de banco

Para la exploración de bancos de roca, se aplican métodos de perforación que suelen ser muy costosos, determinando el número de sondeos de acuerdo a la cantidad del material a

explotar, sin considerar la homogeneidad o heterogeneidad de la formación, por lo que, es necesario muestrear el banco de roca de forma aleatoria (Figura 2).



Figura 2. Banco de roca denominado Mary Carmen.

2.2 Extracción y preparación de la muestra

Se estandarizó un procedimiento para preparar las muestras de núcleos de roca y la evaluación de sus dimensiones y forma, conforme a la norma ASTM D4543-2012. De acuerdo a lo establecido en esta norma, las muestras a analizar deben ser cilindros circulares rectos que cumplan con las tolerancias especificadas. Es esencial que las muestras presenten una relación longitud-diámetro de entre 2.0 y 2.5, y que el diámetro sea de al menos 47 mm. Además, las superficies de los extremos de los cilindros deben pulirse hasta quedar planas, con una tolerancia máxima de 0.001 pulgadas (Figura 3).



Figura 3. Equipo de extracción de núcleo de roca.

2.3 Prueba de % Porosidad

La norma ASTM D4404 establece el procedimiento estándar para calcular la porosidad en rocas, el cual se realiza mediante la siguiente ecuación 1:

$$\text{Poros \%} = \frac{\text{Vol. de poros}}{\text{Vol. total de la mue}} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

El vol. de poros = volumen de agua absorbido por la muestra de roca.

El volumen total = volumen total de la muestra de roca.

2.4 Prueba de dureza superficial esclerómetro

La prueba de dureza superficial de campo USBR (1998) establece la siguiente metodología: se deben realizar diez lecturas en diversos puntos de cada superficie utilizando un esclerómetro. Se descartan los cinco valores más bajos y se promedia los cinco más altos.

Dado que el martillo disponible es de tipo N, diseñado para concreto, y se requiere el tipo L, adecuado para roca, se aplica la ecuación 2 de correlación propuesta por Poole y Farmer (1980) para la medición en posición vertical hacia abajo. En esta fórmula, $e\sigma$ representa el error estándar al estimar cualquier valor.

En 2008, Kılıç y Teymen estudiaron 19 tipos diferentes de roca y desarrollaron una ecuación de correlación que relaciona la resistencia superficial con el valor de rebote obtenido con el esclerómetro, logrando un coeficiente de determinación R^2 de 0.97 (Ecuación 3).

$$R = 1,838 + 0,813RN; e\sigma = 2,9 \quad (2)$$

$$RS = 0.0137 * R^{2.2721} \quad (3)$$

Donde:

RN= valor de rebote del martillo tipo concreto

R= valor de rebote ya correlaciona para tipo roca.

RS= Resistencia superficial.

Resultados

Se realizó un total de 50 ensayos de muestras de 2 pulgada de diámetro, con una relación de longitud de 2-2 ½ veces diámetro obteniendo los resultados que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de 50 ensayos

ID	Ajustado VR = $1,838 + 0,813RN$	Porosidad %	Resistencia superficial Mpa
1	30.1304	16.12	31.4172
2	36.4718	16.77	48.4890
3	27.3662	16.87	25.2473
4	30.6182	20.9	32.5848
5	28.5044	18.93	27.6966
6	35.171	16.16	44.6485
7	33.3824	17.92	39.6556
8	18.911	14.25	10.9029
9	37.61	13.98	51.9957
10	30.293	24.15	31.8038
11	31.7564	17.57	35.4023
12	32.0816	17.52	36.2314
13	22.4882	14.49	16.1621
14	38.0978	15.74	53.5406
15	20.0492	9.88	12.4513
16	40.2116	10.41	60.5295
17	30.1304	17.17	31.4172
18	42.488	11.03	68.5969
19	36.6344	18.3	48.9816
20	43.301	13.89	71.6156
21	40.049	11.3	59.9748
22	36.1466	14.9	47.5123
23	43.6262	10.8	72.8435
24	36.9596	23.85	49.9751
25	44.114	14.64	74.7072

26	34.1954	13.23	41.8840
27	28.9922	11.04	28.7852
28	33.7076	16.55	40.5388
29	30.6182	16.34	32.5848
30	42.6506	13.27	69.1948
31	27.6914	17.16	25.9342
32	35.4962	13.93	45.5920
33	33.3824	14.18	39.6556
34	31.919	13.64	35.8155
35	39.3986	14.44	57.7846
36	40.2116	16.35	60.5295
37	26.5532	18.06	23.5753
38	35.6588	25.84	46.0679
39	35.4962	15.16	45.5920
40	26.5532	10.81	23.5753
41	31.2686	28.46	34.1788
42	36.3092	13.25	47.9993
43	39.3986	10.59	57.7846
44	39.5612	9.73	58.3279
45	42.9758	10.43	70.3994
46	36.6344	25.73	48.9816
47	33.3824	12.22	39.6556
48	35.3336	11.94	45.1189
49	45.0896	12.74	78.5141
50	41.3498	10.32	64.4926

En la Tabla 2 se correlacionan dos propiedades importantes: el porcentaje de porosidad y la dureza superficial en muestras de rocas del banco denominado Seybaplaya (Figura 4). Se observa que no existe una correlación aceptable entre la densidad y la resistencia a compresión.

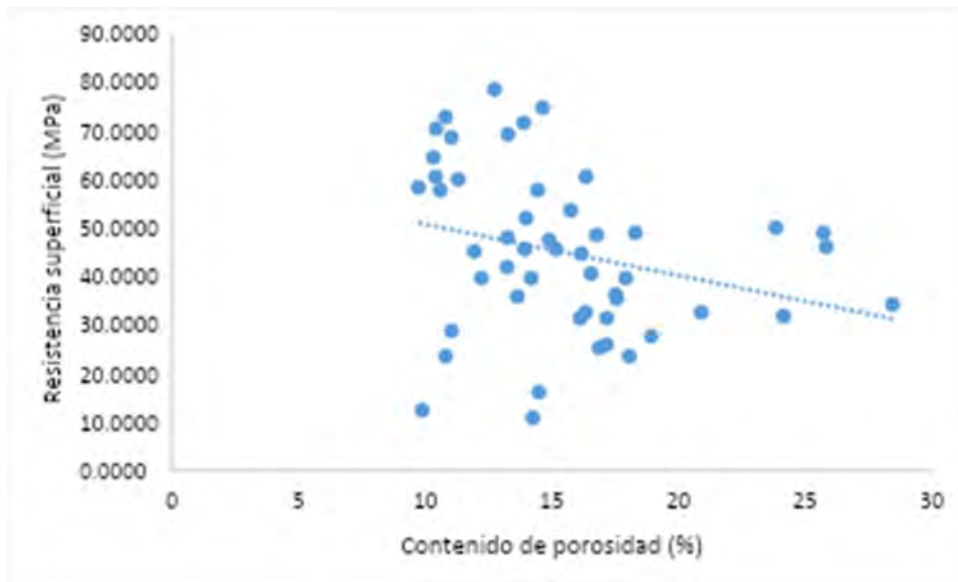


Figura 4. Correlación entre el porcentaje de porosidad y la dureza superficial.

Discusión

Para la explotación del banco de roca se emplearon explosivos, para posteriormente seleccionar de forma aleatoria fragmentos de considerable tamaño para la extracción de las muestras. Durante este procedimiento se observó que la velocidad de perforación variaba de acuerdo a la dureza de las rocas, lo que se confirmó con pruebas de compresión.

Las muestras fueron medidas con un calibrador vernier y se realizaron cortes transversales, aunque en algunos casos resultaron complicados por la desintegración de las muestras. Esto impidió cumplir con la relación de longitud a diámetro de 2 a 2.5, lo que requirió perforar nuevas muestras.

Las muestras preparadas se sometieron a procesos de secado y humedecido en el laboratorio para alcanzar el contenido de humedad y nivel de secado óptimos. Para la prueba de dureza superficial, se utilizaron fragmentos de roca y un esclerómetro de concreto, seguido del pulido de la superficie para eliminar irregularidades. Se observó que la velocidad de pulido estaba relacionada con la suavidad de la roca, mientras que la dificultad de pulido indicaba mayor dureza. La roca pulida desprendía un polvo blancuzco característico de la piedra caliza. Se numerosas discontinuidades en las rocas. Además de las características que se enlistan a continuación.

- Durante la inyección de agua en el proceso de extracción, se presenta un color blancuzco, lo que evidencia la presencia de roca caliza.
- Los agregados de piedra caliza exhiben una gran diversidad en sus características, dependiendo de las condiciones geológicas en las que se formaron.
- El esclerómetro se utiliza para determinar la uniformidad de la roca.
- A pesar de su amplia utilización, la medición de la resistencia *in situ* de la roca con el esclerómetro no es completamente confiable.
- El ensayo del esclerómetro, por sí solo, no mide la resistencia a la compresión de la roca.
- Aunque el ensayo del esclerómetro complementa la extracción de núcleos para la prueba de compresión, no la sustituye.
- En general, el esclerómetro tiende a reportar valores superiores a los reales.
- El esclerómetro es un durómetro que mide la dureza superficial.
- Las mediciones realizadas con el esclerómetro son superficiales y no reflejan las condiciones internas de la roca.

Conclusión

Los hallazgos de este estudio representan un avance en campo de la mecánica de rocas en el estado de Campeche. Los datos obtenidos proporcionan una mejor comprensión del comportamiento de las rocas en la construcción y rehabilitación del patrimonio edificado.

Los agregados pétreos extraídos del Banco Mary Carmen se han utilizado para elaborar bloques destinados a la construcción de muros y muretes de mampostería confinada, así como muros perimetrales para la reconstrucción y conservación del patrimonio edificado, cumpliendo con un requerimiento estructural de resistencia promedio de $f_c = 3.92 \text{ MPa}$ (40 kg/cm^2).

Los resultados de la prueba de compresión indican que la resistencia promedio de los agregados pétreos es de 40.14 MPa (409.31 kg/cm^2). Sin embargo, el máximo de resistencia del concreto que se puede alcanzar en nuestra región es de $f_c = 29.42 \text{ MPa}$ (300 kg/cm^2). Conocer las características de este banco, permite tomar decisiones más informadas al construir o rehabilitar nuestro patrimonio edificado. Ver tabla 3 rango de valores de dureza superficial y de porosidad

Tabla 3. Rango de valores de %Contenido de humedad y % de porosidad, en muestras de rocas del banco en Seybaplaya

Concepto	Rango	Valor medio	Desviación estándar	Unidades
R S	10.90$\diamond$78.51	44.93	16.72	Mpa
Porosidad	9.7321$\diamond$28.46	15.45	4.37665274	%

Agradecimientos

Los autores José W Naal-Pech, Leonardo Palemón-Arcos, Youness El Hamzaoui, Juan A Álvarez Arellano y Josefa de los Ángeles Paat Estrella agradecen a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (Secihti) por su apoyo a través de la Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR), así como a la Universidad Autónoma del Carmen y al Grupo Disciplinar de Ingeniería Civil de la UNACAR. Además, todos los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Campeche por el respaldo brindado a su laboratorio.

Referencias

- ASTM. (2012). Standard Practices for Preparing Rock Core as Cylindrical Test Specimens and Verifying Conformance to Dimensional and Shape Tolerances. D4543.
- Aufmuth, ER. (1973). A systematic determination of engineering criteria for rocks. Bull Assoc. Eng. Geol., 11: 235–245
- Beverly, BE, Schoenwolf, DA. and Brierly, GS. (1979). Correlations of rocks index values with engineering properties and the classification of intact rocks.
- Deere, DU. and Miller, RP. (1966). Engineering classification and index properties for intact rocks. Tech Rep Air Force Weapons Lab, New Mexico, no AFNL-TR, 65–116.
- Espinosa-Morales, Y., Alarcón, A. L., Domínguez-Carrasco, M., Martínez-Miranda, V., Arteaga-Arcos, J. C., Silva-León, I., & Reyes, J. (2020). An Approach to Identify and Understand the Main Processes of Weathering that Suffer the Pre-Hispanic Stelae Located in the CALAKMUL Biosphere Reserve in Campeche, Mexico. Archaeometry, 1-17. <https://doi.org/10.1111/arcm.12640>.
- Ghose, A.K. and Chakraborti, S. (1986). Empirical strength indices of Indian coals—an investigation. Proceedings of 27th US symposium on rock mechanics, Balkema, Rotherdam, 59–61.
- González de Vallejo, L. I., Ferrer, M., Ortuño, L., Oteo, C. (2002). Ingeniería Geológica. Madrid: Editorial Pearson Educación. ISBN 84-205-3104-9.

Haramy, K.Y and DeMarco, M.J. (1985). Use of schmidt hammer for rock and coal testing. Proceedings of 26th US symposium on rock mechanics, 26–28 June, Rapid City, 549–555.

Iriondo, M. (2006). Introducción a la Geología. Córdoba, Argentina.

Kilic, A. and Teymen, A. (2008). Determination of mechanical properties of rocks using simple methods. Bull Eng. Geol. Environ., 67: 237–244.

Kindybinski, A. (1980). Bursting liability indices of coal. Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr., 17:167–161.

Naal-Pech, J. W., Palemón-Arcos, L., El Hamzaoui, Y., & Gutiérrez-Can, Y. (2023). Study of the relationship between uniaxial compressive strength, water content, porosity, and density in bank rocks in Seybaplaya, Campeche. Journal of Materials Engineering, 7(20), 9-16. Doi: 10.35429/JME.2023.20.7.9.16.

Poole, R., & Farmer, I. (1980). Consistency and repeatability of Schmidt hammer rebound data during field testing. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, 17, 167–71.

Shorey, P.R., Barat, D., Das, M.N., Mukherjee, K.P. and Singh, B. (1984). Schmidt hammer rebound data for estimation of large scale in-situ coal strength. Tech Note Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr., 21: 39–42.

Singh, R.N., Hassani, F.P. and Elkington, PAS. (1983). The application of strength and deformation index testing to the stability assessment of coal measures excavations. Proceedings of 24th US symposium on rock mechanics, Texas A & M Univ, AEG, 599–609.

Stelfox, D. (2021). Natural Stone Database. Online information for the stone-built heritage of Northern Ireland. Recuperado de <http://www.stonedatabase.com/>.

U.S. Bureau of Reclamation. (1998). Engineering Geology field manual: Field index tests. 1st ed. U.S. Bureau of Reclamation & U.S. Department of Interior.

Análisis de riesgos laborales y aplicación de la NOM-017-STPS-2024 en la producción artesanal de queso de hebra en Quesos Sampayo, Sabancuy, Campeche.

Olivares Sosa Liliana Esther¹

Loyo Jiménez Jorge Carlos²

Toscano Morales Roberto³

Moo León María José⁴

Arceo Cámara Daniela⁵

Tecnológico Nacional de México/IT Campeche

liliana.os@campeche.tecnm.mx

jorge.lj@campeche.tecnm.mx

roberto.tm@campeche.tecnm.mx

maria.ml@campeche.tecnm.mx

daniela.ac@campeche.tecnm.mx

Resumen

El presente artículo analiza los riesgos laborales en la producción artesanal de queso de hebra en Quesos Sampayo, Sabancuy, Campeche, y evalúa el cumplimiento de la NOM-017-STPS-2024. Se utilizó un enfoque cualitativo descriptivo mediante la observación directa de los 5 procesos productivos y una lista de verificación basada en la normativa, sobre una población de 20 trabajadores. Los resultados revelaron una brecha de cumplimiento crítica. La empresa carece de la documentación formal del análisis de riesgos y la dotación de EPP solo alcanza el 70% del requerido. Específicamente, el 80% de los trabajadores en la etapa de hilado no usa guantes especializados resistentes al calor, exponiéndose a quemaduras y riesgos ergonómicos. Se concluye que es indispensable la implementación urgente de la normativa, recomendando el análisis formal de peligros y la provisión inmediata de EPP térmico especializado para mitigar la alta exposición al riesgo.

Palabras Clave: Riesgos Laborales, NOM-017-STPS-2024, Queso de Hebra, EPP, Seguridad Industrial.

Abstrac.

This article analyzes occupational hazards in the artisanal string cheese production at Quesos Sampayo, Sabancuy, Campeche, and evaluates compliance with NOM-017-STPS-2024. A descriptive qualitative approach was used, employing direct observation of the 5 production processes and a checklist based on the standard, covering a population of 20 workers. Results revealed a critical compliance gap. The company lacks formal risk analysis documentation, and the provision of PPE only meets 70% of the required equipment. Specifically, 80% of workers in the stringing stage do not use specialized heat-resistant gloves, exposing them to burns and ergonomic risks. It's concluded that urgent implementation of the standard is essential. The study recommends formal hazard analysis and the immediate provision of specialized thermal PPE to mitigate high-risk exposure

Keywords: Occupational Hazards, NOM-017-STPS-2024, String Cheese, PPE, Industrial Safety.

Introducción

La industria de lácteos y quesos artesanales en México, particularmente en el estado de Campeche (Sabancuy), juega un papel crucial en la economía regional y la cultura alimentaria. Sin embargo, a diferencia de la producción industrial, los procesos artesanales suelen realizarse bajo condiciones que incrementan la exposición a diversos peligros laborales. La producción de queso de hebra (o queso Oaxaca) implica etapas como el manejo de leche cruda o pasteurizada, la acidificación, el cuajado y, crucialmente, el hilado o estirado a altas temperaturas, además de tareas repetitivas y el levantamiento de cargas. Estos procedimientos exponen a los trabajadores a riesgos significativos como quemaduras, riesgos ergonómicos, y riesgos biológicos o químicos. Por lo tanto, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) ha actualizado el marco de seguridad con la publicación de la NOM-017-STPS-2024. Esta norma establece los requisitos mínimos para la selección, uso, manejo y desecho del Equipo de Protección Personal (EPP), obligando a los patrones a realizar una identificación y análisis de los riesgos por puesto de trabajo.

A pesar de la relevancia de la NOM-017-STPS-2024, existe una brecha en su aplicación en unidades de producción artesanales pequeñas como Quesos Sampayo. Es indispensable evaluar las prácticas operacionales y de seguridad en este tipo de empresas. El presente estudio busca cerrar esta brecha al determinar la situación actual de los riesgos laborales y el EPP en Quesos Sampayo. El propósito de esta investigación es determinar la brecha de cumplimiento en la gestión de riesgos laborales según la NOM-017-STPS-2024 y proponer un plan de acción para su implementación efectiva en la producción de queso de hebra de Quesos Sampayo.

Presentación del problema

Evaluar el nivel de riesgos laborales presentes en el proceso productivo artesanal de queso de hebra para diseñar una propuesta de cumplimiento basada en la NOM-017-STPS-2024 en las instalaciones de la empresa.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Determinar el intervalo de cumplimiento en la gestión de riesgos laborales según la NOM-017-STPS-2024 y proponer un plan de acción para su implementación efectiva en la producción de queso de hebra de Quesos Sampayo

Objetivos específicos

- Identificar y describir los riesgos laborales (físicos, químicos, biológicos y ergonómicos) inherentes a cada fase del proceso de producción artesanal de queso de hebra en Quesos Sampayo.
- Evaluar el equipo de protección personal (EPP) actualmente utilizado por los operarios y contrastarlo con las especificaciones de la NOM-017-STPS-2024.
- Establecer la brecha de cumplimiento (o gap analysis) de las prácticas de seguridad e higiene laboral en Quesos Sampayo respecto a los requisitos de la NOM-017-STPS-2024.
- Diseñar una propuesta de plan de acción que incluya la selección, uso, y gestión de EPP adecuado para mitigar los riesgos identificados.

Fundamentos teóricos

El estudio de los riesgos laborales en la industria alimentaria artesanal ha adquirido una relevancia creciente durante la última década, impulsado por los objetivos de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) de garantizar entornos de trabajo seguros y saludables como componente esencial del desarrollo sostenible (OIT, 2019; OMS, 2020). En este contexto, la investigación sobre la gestión del riesgo y la aplicación de normas de seguridad en microempresas productoras de alimentos —como el caso de la empresa Quesos Sampayo— resulta indispensable para comprender los desafíos que enfrenta el sector artesanal frente a las exigencias normativas y sanitarias actuales.

Seguridad e Higiene Laboral en la Industria Alimentaria

La seguridad e higiene laboral es un componente indispensable para garantizar la integridad física de los trabajadores y la calidad del producto final en el sector alimentario. El marco regulatorio mexicano establece la responsabilidad patronal de identificar, evaluar y controlar los riesgos que puedan derivar en accidentes o enfermedades de trabajo. Estos riesgos se clasifican típicamente en físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales

La Producción Artesanal de Queso de Hebra y sus Riesgos

La elaboración de queso de hebra (tipo Oaxaca) es un proceso de pasta hilada que involucra la cocción, el estiramiento y el moldeado de la cuajada. Desde una perspectiva de seguridad, cada fase presenta peligros únicos:

- **Riesgos Físicos:** Principalmente asociados a las altas temperaturas del agua utilizada para el estirado (peligro de quemaduras), al ruido generado por equipos de refrigeración o bombeo, y a la humedad constante en las áreas de trabajo.
- **Riesgos Ergonómicos:** Derivados del levantamiento manual de tinas de leche y cuajada, posturas forzadas y movimientos repetitivos durante el amasado y el estirado de la hebra.

Marco Regulatorio Mexicano: La NOM-017-STPS-2024

La NOM-017-STPS-2024 es la referencia legal indispensable para el cumplimiento en México. Esta norma establece que el patrón debe identificar y documentar los riesgos laborales y, a partir de ese análisis, determinar el Equipo de Protección Personal (EPP) que deben utilizar los trabajadores. La norma es muy útil para consultar artículos, alcances y transitorios.

- El EPP debe ser seleccionado considerando las características de la tarea (ej. guantes resistentes al calor para el hilado) y el entorno de trabajo.
- La norma enfatiza la capacitación y la supervisión del uso correcto del EPP, lo cual es vital para el control de riesgos en la producción de alimentos.

Panorama internacional

A nivel internacional, los estudios sobre seguridad y salud en el trabajo (SST) han evolucionado desde modelos centrados en la prevención técnica hacia enfoques integrales que vinculan la seguridad, la salud mental y el bienestar organizacional (LaMontagne et al., 2014; Sauter et al., 2002). La OIT (2023) plantea que las microempresas alimentarias constituyen uno de los sectores más vulnerables debido a la informalidad y la limitada capacidad de inversión en infraestructura preventiva.

En Europa, la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) ha desarrollado políticas específicas para pequeñas y medianas empresas agroalimentarias, destacando que el 60 % de los accidentes laborales en el sector lácteo artesanal se relacionan con deficiencias en el uso del equipo de protección personal (EU-OSHA, 2022). Investigaciones como la de González-Menéndez et al. (2021) evidencian que la falta de capacitación técnica y la escasa cultura preventiva incrementan la exposición a riesgos físicos y ergonómicos en procesos manuales de producción.

En América Latina, estudios comparativos muestran una correlación directa entre la aplicación efectiva de normas de seguridad y el aumento de la productividad en microindustrias agroalimentarias (Cano et al., 2020). En países como Colombia, Argentina y Chile, la implementación de programas basados en la ISO 45001:2018 ha contribuido a reducir significativamente los índices de accidentabilidad y enfermedades laborales (Ocampo et al., 2021).

Particularmente, investigaciones de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2022) destacan que en zonas rurales, donde predominan los procesos artesanales, los riesgos más comunes incluyen quemaduras térmicas, cortes por instrumentos afilados, lesiones musculoesqueléticas y exposición biológica durante la manipulación de materias primas de origen animal. Estos hallazgos coinciden con la situación observada en Quesos Sampayo, donde los procesos manuales tradicionales aumentan la probabilidad de daño físico si no se aplican adecuadamente las medidas de protección personal.

Ramírez y Pérez (2022) realizaron un estudio en 45 microempresas de alimentos en Veracruz, donde identificaron un cumplimiento inferior al 50 % de los requerimientos establecidos por la NOM-017-STPS, principalmente por desconocimiento de los criterios técnicos y limitaciones económicas. De manera similar, García (2018) señala que en el sector artesanal alimentario, la adopción de medidas preventivas depende de factores socioculturales y del nivel educativo de los trabajadores.

Asimismo, investigaciones de López y Pérez (2020) sobre seguridad ocupacional en microindustrias agroalimentarias mexicanas concluyen que la falta de programas estructurados de evaluación de riesgos genera una subestimación de los peligros ergonómicos y biológicos, afectando tanto la salud de los empleados como la inocuidad del producto final.

Estado del conocimiento a nivel regional y local

En la región sureste de México, la producción artesanal de lácteos representa un sector relevante para la economía local, particularmente en comunidades como Sabancuy, donde la tradición quesera es una fuente histórica de identidad y sustento familiar. No obstante,

estudios recientes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de Campeche (STPSCAM, 2022) evidencian que la aplicación de las normas de seguridad laboral en microempresas alimentarias es mínima, debido a la informalidad y a la falta de asesoría técnica.

Investigaciones de Trejo y Ruiz (2021) sobre las condiciones laborales en pequeñas plantas procesadoras de alimentos en el estado de Campeche muestran que el 70 % de los trabajadores no utiliza el equipo de protección adecuado, lo que incrementa los riesgos de lesiones por calor, cortes o contacto con agentes biológicos. Estos resultados coinciden con los observados en Quesos Sampayo, donde la manipulación manual de leche caliente y la falta de guantes térmicos o calzado antiderrapante son factores críticos de riesgo.

Por otro lado, los informes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023) indican que la productividad en microempresas alimentarias del sureste está directamente relacionada con la implementación de medidas de seguridad e higiene. Aquellas que cuentan con protocolos básicos de protección personal muestran una reducción de hasta un 35 % en incidentes laborales, lo que se traduce en una mayor eficiencia operativa y una mejora del bienestar percibido por los empleados.

Ergonomía, productividad y salud laboral

La ergonomía constituye una disciplina clave dentro del campo de la ingeniería industrial y la seguridad ocupacional, al enfocarse en la adaptación del trabajo a las capacidades y limitaciones humanas (Sanders & McCormick, 2019). La Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, 2020) la define como la ciencia que busca optimizar el bienestar humano y el desempeño del sistema global mediante el diseño de entornos, herramientas y procesos eficientes y seguros.

Diversos estudios (Wilson, 2021; Trejo & Ruiz, 2021) demuestran que la ergonomía influye directamente en la productividad y en la reducción de accidentes laborales. Un entorno ergonómicamente diseñado minimiza los movimientos innecesarios, reduce la fatiga y mejora la calidad del producto. En el caso de Quesos Sampayo, la ergonomía se relaciona con la disposición del área de trabajo, el peso de los utensilios utilizados, la altura de las mesas y la postura mantenida durante la manipulación de la leche y el moldeado del queso.

El modelo de ergonomía participativa (Montero, 2020) propone que los propios trabajadores participen activamente en el rediseño de sus tareas, aportando conocimientos prácticos que complementen la perspectiva técnica del ingeniero. Este modelo ha mostrado resultados positivos en microempresas latinoamericanas, donde la participación del

trabajador aumenta la aceptación de las medidas preventivas y reduce la resistencia al cambio.

En términos de productividad, la ergonomía se vincula con la eficiencia del sistema de manufactura. Según estudios de Geller (2021) y Danna y Griffin (2021), existe una correlación positiva entre la reducción de accidentes, el confort laboral y el rendimiento global. Por ello, la integración de estrategias ergonómicas no solo tiene un impacto en la seguridad, sino también en la competitividad y sostenibilidad empresarial.

Seguridad y salud ocupacional

La seguridad y salud en el trabajo (SST) se define como el conjunto de medidas, políticas y prácticas orientadas a la prevención de accidentes y enfermedades laborales, asegurando un entorno laboral seguro y saludable (OIT, 2019). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), la salud ocupacional abarca el bienestar físico, mental y social de los trabajadores, y no se limita a la ausencia de enfermedad o daño, sino a la promoción de condiciones que favorezcan el desarrollo integral del individuo en su entorno laboral.

La OIT (2023) reconoce la SST como un derecho humano fundamental y un elemento clave del desarrollo sostenible. Este enfoque implica que la seguridad en el trabajo debe integrarse en todos los niveles de gestión, desde la planificación estratégica hasta la operación diaria. De acuerdo con Geller (2021), la seguridad no debe concebirse únicamente como cumplimiento normativo, sino como un valor cultural y ético que oriente la conducta colectiva dentro de las organizaciones.

En este sentido, la SST no solo protege la integridad física de los trabajadores, sino que constituye un determinante de la productividad, la calidad y la competitividad empresarial. Estudios recientes de Danna y Griffin (2021) evidencian que las organizaciones con políticas activas de seguridad presentan menores tasas de rotación, mayor satisfacción laboral y mejor desempeño operativo.

En el contexto de la presente investigación, el enfoque de seguridad y salud ocupacional se aplica al proceso artesanal de elaboración de queso de hebra, donde las prácticas empíricas tradicionales deben complementarse con estrategias formales de prevención, capacitación y supervisión, conforme a la NOM-017-STPS-2024.

Teoría de los riesgos laborales

El concepto de riesgo laboral ha evolucionado desde un enfoque técnico hacia un modelo integral de gestión preventiva. Según la OIT (2019), los riesgos laborales son aquellas condiciones del ambiente de trabajo que tienen el potencial de causar daño a la salud, la seguridad o el bienestar de los trabajadores. Este concepto se amplía en la obra de López y

Pérez (2020), quienes afirman que el riesgo implica no solo la probabilidad de ocurrencia de un evento adverso, sino también la severidad de sus consecuencias.

Desde la perspectiva de la teoría de la gestión del riesgo, propuesta por Kaplan y Garrick (1981), todo riesgo debe ser evaluado con base en tres parámetros: la identificación del peligro, la estimación de la probabilidad de ocurrencia y la valoración de las consecuencias. Este enfoque cuantitativo ha sido ampliamente adoptado en los sistemas modernos de seguridad laboral, donde los riesgos se categorizan en físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales (García, 2018).

En el caso de las microempresas artesanales, los riesgos más frecuentes son los físicos (quemaduras, cortaduras, caídas), los biológicos (contacto con microorganismos presentes en la leche cruda) y los ergonómicos (movimientos repetitivos y posturas forzadas). Estas condiciones, si no se gestionan adecuadamente, pueden derivar en lesiones musculoesqueléticas, dermatitis, infecciones o incluso accidentes graves (Trejo & Ruiz, 2021).

Metodología

Tipo de Investigación

El presente estudio empleó un enfoque de investigación cualitativo, con un alcance descriptivo. Se optó por el enfoque cualitativo dado que el objetivo principal era comprender, describir e interpretar las prácticas de seguridad y los riesgos laborales en el contexto real de la producción artesanal de queso de hebra, más que establecer relaciones estadísticas o probar hipótesis. El alcance descriptivo permitió identificar y detallar las condiciones de trabajo y la brecha de cumplimiento de la normativa en la unidad de estudio.

Población Objeto de Estudio

La población de estudio se centró en dos componentes clave:

- Unidad de Observación (Personas): La población estuvo conformada por los 20 trabajadores que participan directamente en las diferentes fases de la producción artesanal de queso de hebra en la empresa Quesos Sampayo.
- Unidad de Observación (Procesos): Los procedimientos objeto de análisis fueron los 5 procesos principales que componen la cadena de valor de producción del queso de hebra, desde la recepción de la materia prima hasta el empaque final.

Instrumentos y Procedimientos

Los datos fueron recolectados a través de dos instrumentos principales que permitieron la triangulación de la información:

Lista de Verificación Basada en la NOM-017-STPS-2024:

- Se diseñó un formato estructurado tomando como referencia los requisitos obligatorios de la NOM-017-STPS-2024.
- Este instrumento se utilizó para evaluar de manera sistemática si la empresa cumple con la identificación de riesgos y la selección, entrega y supervisión del Equipo de Protección Personal (EPP) en cada puesto de trabajo.

Observación Directa:

- Se realizó una observación no participante y programada de los 5 procesos productivos.
- El objetivo fue registrar in situ los riesgos laborales reales (físicos, ergonómicos, etc.) y la forma en que los 20 trabajadores utilizan o no el EPP durante sus tareas.
- La observación directa permitió documentar las ventajas y desventajas y la variación de uso del EPP en el contexto específico de la producción

La aplicación de estos instrumentos es directamente congruente con los objetivos. La Lista de Verificación permitió cumplir con el Objetivo Particular 2 y 3 (evaluar EPP vs. NOM y establecer la brecha de cumplimiento), mientras que la Observación Directa ayudó a cumplir con el Objetivo Particular 1 (identificar y describir los riesgos laborales)

Resultados y discusión

Los resultados de la lista de verificación mostraron una brecha de cumplimiento documental y de gestión significativa respecto a los requisitos iniciales de la NOM-017-STPS-2024.

Se encontró que la empresa Quesos Sampayo no documenta el análisis de los riesgos específicos que existen en cada uno de los 5 procesos de producción del queso de hebra.

En cuanto a la dotación, la empresa proporciona un nivel de Equipo de Protección Personal (EPP) general que alcanza solo el 70% del requerido, lo que sugiere una falta de EPP especializado para tareas de alto riesgo.

Esta ausencia de documentación es crítica, ya que el texto oficial de la NOM-017-STPS-2024 (Diario Oficial de la Federación) y el expediente MIR (Cofemer) exigen que el patrón

debe identificar y analizar los riesgos laborales para la correcta determinación y selección del EPP, lo cual no se cumple.

La observación directa en los 5 procesos productivos identificó la etapa de hilado o estirado de la cuajada como la de mayor riesgo.

El 80% de los 20 trabajadores observados que realizan esta tarea no utilizan guantes especializados resistentes al calor.

Esta práctica insegura los expone directamente a quemaduras de primer grado y potencialmente a enfermedades crónicas de las articulaciones, como el reumatismo, debido a la manipulación constante de la masa caliente.

Los riesgos ergonómicos derivados de las posturas forzadas en esta etapa también fueron notables, lo cual es consistente con la descripción de los riesgos en la producción artesanal de queso de hebra (Chapingo / documento técnico).

Los hallazgos revelan una clara discrepancia entre el marco regulatorio (NOM-017-STPS-2024) y las prácticas operacionales en Quesos Sampayo.

Confrontación Normativa: La falta de un análisis de riesgos documentado y la dotación incompleta de EPP (70%) indican que Quesos Sampayo no está cumpliendo con los fundamentos de la NOM-017-STPS-2024. Este incumplimiento pone en peligro la integridad física de los trabajadores y genera una vulnerabilidad legal para la empresa.

Riesgos Específicos: El riesgo de quemaduras y reumatismo observado en el 80% de los trabajadores de la fase de hilado es la manifestación directa de una selección de EPP inadecuada. La guía del INIFAP sobre queso de hebra ya advierte sobre el manejo de altas temperaturas, lo que subraya la necesidad de guantes especializados que protejan contra el calor y el vapor. La ausencia de este EPP crítico demuestra que el análisis de riesgos, si existió, no fue lo suficientemente detallado como para identificar la necesidad de protección térmica específica.

Necesidad de Intervención: Los resultados confirman los objetivos de la investigación: existe una brecha de cumplimiento. La discusión debe girar en torno a la urgente necesidad de implementar las directrices de la NOM-017-STPS-2024, específicamente en la identificación de peligros y la selección de EPP adecuada (guantes resistentes al calor) como paso previo a cualquier plan de acción.

Conclusiones

Se logró identificar y describir los riesgos laborales inherentes a la producción de queso de hebra, confirmando que la etapa de hilado es la de mayor exposición. La observación

directa evidenció que el 80% de los trabajadores manipulan la cuajada caliente sin el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado, exponiéndose directamente a riesgos térmicos (quemaduras de primer grado) y ergonómicos que pueden derivar en patologías crónicas como el reumatismo

Se determinó la brecha de cumplimiento en la gestión de seguridad de Quesos Sampayo. Mediante la lista de verificación basada en la NOM-017-STPS-2024, se concluye que existe un incumplimiento crítico debido a dos factores: a) La empresa carece de la documentación que demuestre el análisis formal de riesgos por proceso, que es la base de la norma, y b) La dotación general de EPP cubre solo el 70% del requerido, evidenciando la falta de un sistema robusto para la selección y provisión especializada del equipo (como guantes resistentes al calor).

La evidencia recabada justifica categóricamente el objetivo de proponer una solución. Dado el incumplimiento normativo y el alto riesgo de lesiones graves, se concluye que es indispensable que Quesos Sampayo implemente un plan de acción que se centre en: 1) Realizar formalmente el análisis de riesgos según la NOM-017-STPS-2024 para cada uno de los 5 procesos y 2) Adquirir y capacitar al personal en el uso del EPP especializado, siendo la prioridad los guantes resistentes al calor para el área de estirado.

Bibliografía

- Organización Internacional del Trabajo. (2018). Seguridad y salud en el trabajo: Un compromiso que salva vidas. OIT. <https://www.ilo.org>
- Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales. (2015). Guía técnica para la evaluación y prevención de riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://www.insst.es>
- Pérez, M. R. (2023). Actualización normativa en seguridad e higiene industrial 2023–2024. Editores Técnicos Asociados.
- López, A. G. (2019). Evaluación de la calidad microbiológica y las prácticas de higiene en la producción artesanal de queso Oaxaca en Chiapas [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chiapas]. Repositorio Institucional de la UNACH. <https://repositorio.unach.mx>
- García, J. C., & Flores, R. A. (2020). La cultura de seguridad y su impacto en la prevención de accidentes laborales en PYMES. *Revista de Salud Pública*, 24(3), 105–118. <https://revistas.unal.edu.co>
- Universidad Autónoma Chapingo. (s.f.). Prácticas: Quesos tradicionales mexicanos [Manual técnico]. <https://dia.chapingo.mx>

Universidad Nacional Autónoma de México. (s.f.). Tesis y trabajos académicos sobre queso tipo Oaxaca/hebra [Repositorio institucional]. <https://repositorio.unam.mx>

Cervantes, P. J. (2017). Tecnología y procesamiento de productos lácteos. Editorial Láctea.

Historia y filosofía de la Física, para mejorar su enseñanza.

Vicente Menéndez¹

APFA (Asociación de Profesores de Física de Argentina)

titomenendez411@gmail.com

Resumen

¿Debemos considerar la historia y filosofía de la ciencia como pilares básicos a la hora de enseñar y entender la física?, o simplemente son conocimientos “laterales” y prescindibles para un docente? ¿Se puede enseñar física sin conocer su historia y sin recurrir a la epistemología? Hagamos una breve reflexión en torno a la forma “tradicional” de enseñar ciencia: los contenidos se enseñan generalmente como productos terminados y no como resultado de un proceso. Entender que es y como se construye la ciencia, requiere de analizar algunos casos históricos de cómo se gestaron las teorías. Haremos en este breve ensayo algunas consideraciones de porque consideramos central el uso de la historia y la epistemología en el aula de física.

Palabras clave: física; historia; epistemología; enseñanza; contextualización

Abstract

Should we consider the history and philosophy of science as basic pillars when

Teaching and understanding physics? Or are they simply “lateral” and dispensable knowledge for a teacher? Can physics be taught without knowing its history and without resorting to epistemology? Let’s briefly reflect on the “traditional” way of teaching science: content is generally taught as a finished products and not as a result of a process. Understanding what science is and how it is constructed requires analyzing some historical cases of how theories were created. In this brief essay we will make some considerations as to why we consider the use of history and epistemology to be central in the physics classroom.

Keywords: physics; history; epistemology; teaching; contextualization

Introducción

La enseñanza de la física ha estado tradicionalmente marcada por un enfoque centrado en contenidos presentados como productos terminados, desprovistos de la complejidad histórica, humana y filosófica que subyace a su construcción. Esta visión tecnocrática ha contribuido a una comprensión limitada de los conceptos científicos y del proceso real de generación del conocimiento. Diversos autores, como Mach, Holton, Hecht y Matthews, así

como experiencias internacionales de incorporación de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC), han señalado la importancia de integrar estos enfoques para mejorar la enseñanza de las ciencias.

Este artículo reflexiona sobre la necesidad de contextualizar histórica y epistemológicamente los conceptos físicos para fortalecer la comprensión, el pensamiento crítico y la relación entre ciencia, cultura y sociedad. A partir de este análisis, se amplían fundamentos, ejemplos y argumentos que muestran cómo la HFC contribuye a humanizar la ciencia y a formar docentes y estudiantes con una visión más amplia, creativa y crítica de la actividad científica.

Presentación del Problema.

En la educación científica actual persiste una tendencia a enseñar la física como un conjunto de leyes descontextualizadas, presentadas sin referencia a su desarrollo histórico, filosófico o social. Esta práctica favorece una visión reduccionista y tecnocrática de la ciencia, que limita la comprensión profunda de los conceptos y sus implicaciones culturales. Estudios como los de Schecker (1988) demuestran que muchos estudiantes perciben la física como un juego abstracto, separado de la realidad, en parte por la ausencia de un enfoque contextualizado.

A pesar de los avances y recomendaciones internacionales, la incorporación sistemática de la HFC en los currículos sigue siendo insuficiente. Esto plantea el problema central: la brecha existente entre la enseñanza meramente técnica de la física y la comprensión integral del conocimiento científico como proceso histórico, cultural y humano.

Pregunta de investigación

¿Cómo contribuye la incorporación de la Historia y Filosofía de la Ciencia a mejorar la enseñanza y comprensión de la física en los estudiantes?

Objetivos

Objetivo general

Analizar cómo la incorporación de la Historia y Filosofía de la Ciencia contribuye a mejorar la enseñanza y la comprensión de la física, mediante la contextualización histórica, epistemológica y cultural de sus conceptos fundamentales.

Objetivos específicos

1. Examinar los fundamentos teóricos y pedagógicos que justifican el uso de la Historia y Filosofía de la Ciencia en la enseñanza de la física.

2. Identificar y analizar ejemplos históricos relevantes como el péndulo, el principio de inercia o el desarrollo de la gravitación que ilustren cómo la contextualización favorece la comprensión conceptual.
3. Evaluar las implicaciones educativas y formativas de incorporar la HFC, considerando sus efectos en la percepción estudiantil, el desarrollo del pensamiento crítico y la visión humanística de la ciencia.

Marco Teórico.

¿Por qué usar la Historia y la Filosofía de la Ciencia (en adelante HFC), en un curso de ciencia, en nuestro caso particular la Física?

Las recomendaciones y proyectos de incorporación de la HFC a la enseñanza de la ciencia son de larga data: podríamos citar a Ernst Mach, para quien “el conocimiento científico es básicamente histórico”. Hay experiencias al respecto, como son los trabajos pioneros de Gerald Holton, Eugene Hecht, y posteriores como los de Michael Matthews, Aduriz Bravo, etc. y varios Congresos internacionales sobre la historia y filosofía de la ciencia en la enseñanza, que muestran la importancia, que en los últimos años parece haberse emprendido, de un modo más sistemático, la tarea de tratar de integrar contenidos de HFC en proyectos de educación científica.

Nos dice el historiador de la ciencia argentino, Guillermo A. Boido, en un artículo inédito:

“la introducción de la HFC en los cursos básicos de ciencia permitiría ofrecer al alumno, una versión contextualizada del conocimiento científico, en lo cultural, filosófico, histórico, social, tecnológico e incluso ético. Esto redundaría, por consiguiente, en una enseñanza no sólo de la ciencia sino también sobre la ciencia, entendida como un proceso y no solamente como un producto. Se dice que ello contribuiría a “humanizar” los contenidos meramente técnicos que están presentes habitualmente en los diseños curriculares de ciencias. La expresión “humanizar la ciencia”, si es que se la quiere emplear, debe ser aplicada a la tarea de poner en evidencia que la actividad científica es asunto de seres humanos y comunidades científicas que no son ajenos al error, a las controversias, a la influencia de visiones del mundo o concepciones metafísicas, a la competencia entre profesionales, a los conflictos sociales y políticos de un país, a las relaciones de poder dentro del propio sector social de producción del conocimiento, etcétera, y no en el sentido de que la ciencia sea, por su propia naturaleza, árida, fría e inhumana, por contraposición con la presunta “calidez” de las mal llamadas “humanidades”. La enseñanza de la ciencia y de la tecnología no necesita de ningún edulcorante humanístico, pues ellas en sí mismas son humanidades, (hay valiosos trabajos al respecto como los de Contreras Vidal y otros

citados en la bibliografía), es decir, productos culturales tan legítimos como la filosofía, el derecho o la literatura.

La incorporación de un sesgo histórico y filosófico a la educación científica permitiría mejorar la comprensión de los conceptos científicos, por la exposición de su desarrollo histórico, señalar el carácter cambiante y no dogmático del pensamiento científico, sus posibilidades y limitaciones, sus vinculaciones con la filosofía, las ideas religiosas y metafísicas, el arte, la literatura o la historia socioeconómica y política, poniendo en evidencia las raíces comunes de aquel árbol único de la cultura humana”.

Recientemente, por tanto, se han multiplicado no solo los congresos internacionales cuya temática ha sido exclusivamente de qué modo la utilización de la HFC podría colaborar en la superación de esta crisis, sino también nuevos diseños curriculares en los cuales la contextualización histórico-filosófica tiene un lugar destacado y sustituye en parte a la mera información.

El docente deberá tener en cuenta que toda historia es una reconstrucción que parte de premisas historiográficas, a veces contrapuestas, y no existe nada similar a una *historia objetiva*. Era opinión del historiador anteriormente citado, que la educación habitual de los jóvenes profesores e investigadores, que elude problemas históricos, filosóficos o sociales de la ciencia, quizá produzca docentes y científicos más *eficientes* (y por tanto más proclives a desarrollar y transmitir una visión tecnocrática y “con anteojeras” de la ciencia) pero difícilmente más creativos o mejores ciudadanos, en cuanto, por ejemplo, a asumir responsabilidades ético-sociales o políticas en el ámbito profesional. A decir de Boido, “la educación científica no contextualizada, meramente técnica, expulsa cuestiones de esta índole por la puerta, pero ellas, invariablemente, regresan luego por la ventana”.

Es interesante aquí rescatar lo escrito por Michael Matthews:

“La enseñanza contextualizada de la ciencia, no es una retirada de la ciencia seria, o dura, sino lo contrario. Entender que ocurrió en la historia de la ciencia requiere esfuerzo. Y además a los alumnos les llama la atención. Un estribillo que repiten muchos alumnos inteligentes que deciden no seguir estudiando ciencia es que la ciencia es demasiado aburrida; solo resolvemos problemas”

Estado general actual de la enseñanza científica:

Existe una presuposición habitual entre los docentes, fuertemente positivista, según la cual la ciencia ha surgido históricamente en forma casi aislada. Sin embargo, una buena historia de la ciencia muestra que el desarrollo científico no puede ser considerado como una empresa totalmente autónoma, independiente de consideraciones filosóficas, metafísicas, religiosas o estéticas. En adelante, daremos un par de ejemplos tomados de la Física, pero

entendemos que pueden encontrarse también en la Química, en la Biología, en las Ciencias naturales en general.

Nos preguntamos qué hubiese sido de la revolución científica sin las componentes místicas de un Newton o un Kepler, que de la física del siglo XIX sin las componentes religiosas y metafísicas de Faraday o del temperamento histórico de Mach, o la del siglo XX sin el temperamento filosófico de Einstein, Bohr o Schrödinger. Citemos un único ejemplo: la polémica filosófica acerca de si las teorías científicas nos dicen o no algo acerca de la realidad o son meros instrumentos de cálculo, puede sonar a cosa abstrusa y académica en un curso básico de ciencias, pero está presentada con extraordinaria claridad en la polémica de Galileo con su principal contendor intelectual, el teólogo papal Roberto Bellarmino. Para Bellarmino, el sistema planetario heliocéntrico debía enseñarse como un mero instrumento de cálculo para los astrónomos, pero de ninguna manera expresaba la realidad del movimiento terrestre. Estos ejemplos podrían multiplicarse, sobre todo con los desarrollos de la teoría cuántica, que en pleno siglo XX vuelve a poner en escena la controversia epistemológica instrumentalismo-realismo.

Algunos ejemplos esclarecedores

Citaré un ejemplo, tomado de una investigación de Henry Schecker (1988) mencionada por Michael Matthews, realizada con estudiantes secundarios estadounidenses a quienes, luego de habérselos hecho manipular distintas clases de cuerpos oscilantes en un laboratorio o de lanzar horizontalmente cuerpos sobre una mesa en distintas condiciones de rozamiento, se les había hecho inferir, respectivamente, la ley del isocronismo pendular y la ley de inercia. Aunque los alumnos podían recitar sin vacilaciones los enunciados de esas leyes e incluso admitir que se trata de importantes leyes de la física, no hay duda de que persistía en ellos la esquizofrenia de que hablábamos entre observación cotidiana y teoría. El reconocimiento de que tales leyes son idealizaciones, modelos teóricos o conclusiones de experimentos puramente mentales iba de la mano con el recordatorio de lo observado en el laboratorio: allí los péndulos no oscilan eterna ni isocrónicamente y al cabo de cierto tiempo se detienen. A la vez, los cuerpos lanzados sobre la mesa disminuyen gradualmente su velocidad y hacen lo propio. Schecker preguntó a los estudiantes acerca de la utilidad de emplear tales leyes para el estudio de la naturaleza y por qué creían que su respuesta era la adecuada. Un 11% respondió que su empleo no era útil, pues la naturaleza no se comporta del modo en que afirman dichas leyes. Pero más de un 50 %, por el contrario, afirmó que sí eran útiles, pero sólo para la física, pues al parecer la física no trata acerca de la realidad. Este segundo sector estaba configurado mayoritariamente por alumnos que habitualmente manifestaban un gran interés por la física, pero la consideraban una suerte de juego de ajedrez.

En su ya célebre trabajo de 1994, “La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía”, Michel Matthews, dedica todo un capítulo de setenta páginas: “La historia y la filosofía en el aula: el movimiento del péndulo”, para dar innumerables argumentos a favor del uso de la HFC, para contextualizar la enseñanza de la ciencia. Dado que el descubrimiento del isocronismo pendular, fue el comienzo del desarrollo de relojes más precisos para medir el tiempo, y con ello posibilitar la determinación de la longitud, grave problema que tenía la navegación en los siglos del descubrimiento; luego la experiencia de Foucault para demostrar el movimiento de rotación terrestre, y la suposición del achatamiento polar de nuestro planeta, al determinar distintos valores del período según la latitud del lugar, hacen de la historia del péndulo un ejemplo de gran provecho para los alumnos, que también aprenderán, además de física, astronomía, navegación e historia. Veamos otro ejemplo:

La habitual presentación del principio de inercia, es en general, la memorización por parte del alumno del mencionado principio, y luego el análisis de algunos ejemplos clásicos. La propuesta en este caso es resaltar que este principio fundamental y *fundante de la nueva ciencia*, no nace casualmente como la mayoría de las ideas centrales en física, es decir para explicar problemas dentro de la física. Nace por una necesidad astronómica: dar argumentos a favor de la rotación terrestre, para así poder avalar el nuevo sistema copernicano. Es imprescindible decir que la física previa a Galileo, la de Aristóteles, si bien no es una física solo intuitiva, ya que está basada en una cosmovisión compleja, afirma cuestiones como, por ejemplo: el cuerpo pesado cae antes que el liviano; la Tierra esta en el centro de un universo finito, dado que el espacio infinito no posee centro; que un cuerpo solo se mueve si hay una fuerza que lo impulsa, etc. Y romper con lo observado por los sentidos no es tarea fácil. Tan difícil es, que pasaron casi 2000 años entre la física aristotélica y la nueva física galileana. Giordano Bruno fue el primero en decir que había arrojado desde lo alto del mástil de un velero en movimiento, una piedra y esta había caído al pie del mástil y no atrás de este, con lo cual destruyo el argumento de la torre, tan utilizado por los aristotélicos para rebatir la rotación terrestre. Y que Galileo pensó en un argumento de “inercia circular”: si se arrojase un cuerpo sobre la superficie de la Tierra, dicho cuerpo giraría permanentemente, sobre la superficie de la Tierra en caso de no haber rozamiento alguno. Simplemente imaginando y sin hacer experiencia alguna, ya que hacer una experiencia que lo demuestre es imposible. Importante, además, es mencionar que la inercia es condición necesaria pero no suficiente para demostrar la rotación terrestre: si una piedra cae desde lo alto de una torre, no debiese caer al pie de esta si la Tierra rotase, según los aristotélicos. Como cae al pie de la misma, la Tierra no gira según la física aristotélica. Con la inercia, Galileo demuestra que la Tierra puede girar. El argumento es necesario pero no suficiente: si la Tierra gira, la piedra cae al pie, pero si no gira también. Esto llevó a Galileo a tratar de demostrar, con su fallida teoría de las mareas, (que si explicará Newton)

el giro terrestre. Además, la cuestión central para rebatir el copernicanismo, era más religiosa que física: no se podía aceptar una teoría que contrariase a los escritos bíblicos: en la Biblia se menciona explícitamente que Dios colocó al mundo, fijo. Consecuencia de ello es la muerte de Bruno en la hoguera y el juicio a Galileo. Es notable como poco se menciona el hecho, de que, si bien Galileo salvó su vida al abjurar de su copernicanismo, pasó el resto de sus días en prisión domiciliaria dada su avanzada edad. Entiendo que, sin mencionar estas cuestiones, se pierde una parte esencial de tan importante principio físico, y además la oportunidad de situar el nacimiento de la nueva física dentro del contexto post renacentista europeo.

Desde ya que el principio de inercia y el péndulo, no son los únicos ejemplos.

¿Como llegó Newton a su teoría de la gravitación universal? ¿Cuál ha sido el camino histórico para arribar a la ley de la refracción? ¿Tuvo el hecho de ser Galileo, el hijo de un músico, alguna incidencia en sus trabajos experimentales? Estas y muchas otras cuestiones, en donde la bibliografía citada al final de este artículo, pueden dar algunas respuestas, representa un desafío para docentes de Física: el investigar la historia del desarrollo de las ideas y principios, que luego explicará a sus alumnos, para así darle no solo herramientas para que se entienda mejor la física, sino para integrarla con el desarrollo de la humanidad.

Metodología de la Investigación

Este trabajo adopta un **enfoque cualitativo documental**, basado en el análisis interpretativo y de las obras de la literatura. La metodología incluye:

1. **Revisión y análisis de contenido** del documento original, identificando sus ejes conceptuales:
 - relevancia de la HFC en la enseñanza,
 - estado actual de la educación científica,
 - ejemplos históricos explicativos,
 - reflexiones epistemológicas y pedagógicas.
2. **Integración hermenéutica** de ideas provenientes de autores referenciados (Mach, Matthews, Boido, Holton, Hecht, Contreras Vidal), respetando su función y sentido en el texto fuente.
3. **Síntesis argumentativa**, en la que se reorganizan y profundizan los elementos del documento para construir un artículo académico con secciones formales (introducción, metodología, resultados, discusión, conclusiones).

Resultados y Discusión

Los hallazgos derivados del análisis permiten identificar varias aportaciones fundamentales de la HFC a la enseñanza de la física:

La contextualización histórica mejora la comprensión conceptual

Los conceptos como el isocronismo pendular, la ley de inercia o la gravitación adquieren un sentido más profundo cuando se estudian desde su origen histórico. Conocer que el principio de inercia surgió como respuesta a un problema astronómico la defensa del copernicanismo permite comprender su significado más allá de la memorización.

La HFC revela el carácter humano y no dogmático de la ciencia

El análisis evidencia cómo las teorías científicas nacen entre controversias, visiones de mundo, errores y debates éticos, sociales y religiosos. Esto desmonta la idea positivista de la ciencia como un producto puramente técnico, mostrando que científicos como Galileo, Newton o Kepler trabajaron influidos por contextos culturales y creencias profundas.

La falta de contextualización genera visiones distorsionadas de la física

Como destacan los estudios citados por Matthews, muchos estudiantes creen que la física “no trata de la realidad”, sino de modelos artificiales. Esta percepción surge cuando la física se enseña sin explicar la naturaleza idealizadora de las leyes científicas y su relación con experimentos, modelos y limitaciones.

La HFC favorece la formación de pensamiento crítico

Enseñar física sin su trasfondo epistemológico reduce la capacidad de los estudiantes para analizar problemas científicos contemporáneos. La HFC permite comprender debates como instrumentalismo versus realismo, que siguen siendo relevantes en teorías actuales como la cuántica.

Los ejemplos históricos fortalecen el aprendizaje interdisciplinario

El caso del péndulo, ampliamente analizado por Matthews demuestra que un solo concepto puede vincular física, navegación, astronomía, tecnología e historia. Este tipo de abordaje rompe la fragmentación disciplinar.

Los resultados muestran que la incorporación de la HFC no es un complemento opcional, sino un elemento necesario para una enseñanza más significativa y humanizadora de la física.

Conclusiones

En mi opinión, la Epistemología e Historia de la Ciencia permitiría a los docentes e investigadores ofrecer una visión más dinámica y realista de la actividad científica y un marco más amplio de pensamiento ante nuevos problemas, acudiendo a casos históricos y también a visiones epistemológicas, en donde podrán probablemente imaginar soluciones no convencionales a los problemas que se enfrentaran.

En el caso de los educadores en ciencias naturales, pensemos que, de un profesor de literatura de arte, de música, se espera que conozca y aprecie no solo un conjunto de obras literarias, artísticas o musicales, sino también elementos de crítica, estética, y fundamentalmente la historia de las formas literarias, artísticas y musicales en general. No parece darse la contraparte para los docentes de ciencias. La capacitación del docente de ciencias y también de un investigador, no debe ser en un campo estrecho de lo específicamente técnico. Las dimensiones cultural, filosófica, histórica, social e incluso ética de la disciplina que enseña nuestro profesor de ciencias naturales, remite, antes que, a la instrucción de los alumnos, a su educación, lo cual es bien diferente, dado que no van a enseñar ciencia necesariamente a futuros investigadores científicos, sino a formar ciudadanos que luego elegirán distintos rumbos intelectuales. Michael Matthews ha escrito a propósito de ello algo que me parece muy significativo: “Los docentes, en tanto profesionales, deberían tener un conocimiento histórico y filosófico de la disciplina que enseñan independientemente de si este conocimiento será o no empleado en la clase. (...) Los docentes tienen la responsabilidad profesional de mirar más allá de los muros de la escuela. Los docentes en ciencias, en particular, están iniciando a sus alumnos en una tradición compleja, rica, influyente y de gran significación cultural. (...) tienen la responsabilidad ante la sociedad, ante su profesión, ante sus estudiantes, de comprender la ciencia y contemplarla a la luz de su amplio contexto histórico, filosófico y cultural”.

La propuesta de contextualizar la educación científica debe formar parte, a mi entender, de un proyecto más amplio, cual es superar un pernicioso malestar de la cultura que remite a la fragmentación disciplinar característica de los tiempos modernos. No hay dos, ni tres, ni diez culturas: la cultura humana es única.

Además, el porqué enseñar conjuntamente Epistemología e Historia de la Ciencia, ya lo respondió Lakatos con una famosa frase: “La filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia es vacía. La Historia de la ciencia sin la Filosofía de la ciencia, es ciega.

Bibliografía

Boido, G. A. (1996) Noticias del planeta Tierra. Galileo Galilei y la Revolución científica, AZ editora, Buenos Aires

Chalmers, A, (1992) La ciencia y como se elabora. Siglo XXI, Madrid

Contreras Vidal, J. L. y otros. (2020) La humanística en el proceso de aprendizaje de la Física y la Química. Editorial académica universitaria, Las Tunas, Cuba

Hecht, E. Física en Perspectiva, (1987) Addison Wesley Iberoamericana, Wilmington, EUA

Holton, G. y Roller, D. (1963) Fundamentos de la Física moderna. Introducción histórico – filosófica al estudio de la Física. Ed. Reverté, Barcelona

Menéndez, V. (2019) Mejorando la enseñanza de la Física: los aportes históricos y epistemológicos, Ed. Autores de Argentina, Buenos Aires

Matthews, M, (2017) La enseñanza de la ciencia. Un enfoque desde la historia y la filosofía de la ciencia. F.C.E. , México

* El autor desea mencionar la gratitud póstuma al Prof. Guillermo Boido, de quien a tomado artículos inéditos y apuntes personales.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA JUSTO SIERRA

JULIO-DICIEMBRE 2025

ISSN DIGITAL

	PRESENTACIÓN
Darwin de Jesús Chi Moreno	
	ARTÍCULOS
Fernando Enrique Vela León ¹ Javier Chacha Coto ² Abelardo Jesús Zavala Kú ³ Gabriela Guadalupe Huitz Chan ⁴ Liliana Esther Olivares Sosa ⁵ .	Análisis de la aplicación de la NOM-019-STPS-2004 Y LA NOM-003-SEGOB/2002 en la empresa PUZA S.A de C.V. en la ciudad de San Francisco de Campeche.
Abelardo Jesús Zavala-Kú ¹ Javier Chacha Coto ² Fernando Enrique Vela León ³ Dayanara Eugenia Domínguez Pech ⁴ Mairim Aidin Chacha Hernández ⁵	Evaluación del cumplimiento y seguridad en trabajos en altura en la empresa “Soluciones Gráficas” según la NOM-009-STPS-2011.
Melva Soledad Chi López ¹ Fernando Enrique Vela León ² Rosa León Medina ³	Más allá de las auditorías de calidad; gestión, medición y seguimiento de acciones correctivas para lograr la mejora continua
José W. Naal-Pech ¹ Youness El Hamzaoui ² Leonardo Palemón-Arcos ³ Juan A. Álvarez-Arellano ⁴ Josefa de los Angeles Paat Estrella ⁵	Análisis de la relación entre dureza superficial, medida con esclerómetro, y contenido de poros en las rocas del banco de Seybaplaya, Campeche
Liliana Esther Olivares Sosa ¹ Jorge Carlos Loyo Jiménez ² Roberto Toscano Morales ³ María José Moo León ⁴	Análisis de riesgos laborales y aplicación de la NOM-017-STPS-2024 en la producción artesanal de queso de hebra en Quesos Sampayo, Sabancuy, Campeche

Daniela Arceo Cámara ⁵ Emmanuel Arcángel Chacha Hernández ⁵	
Vicente Menéndez ¹	Historia y filosofía de la Física, para mejorar su enseñanza