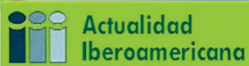




Universidad, Ciencia y Tecnología

Revista de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre"

Vol. 24 N° 96 Enero 2020



UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA

Vol. 24 N° 96, Enero 2020

Revista electrónica Mensual editada por la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz.

INDIZADA EN:

- Actualidad Iberoamericana 
- Aluminium Industry Abstracts
- Corrosion Abstracts
- CSA Engineering Research Database
- CSA Materials Research Database with METADEX
- CSA Recent References Related to Technology
- CSA Technology Research Database
- Environment Abstracts
- LATINDEX 
- Mechanical & Transportation Engineering Abstracts
- METADEX
- REVENCYT 
- Colección Scielo (www.scielo.org.ve) 
- CiteFactor 
- MIAR 
- ERIHPLUS 

REGISTRADA EN:

- Ulrich's Internacional Periodicals Directory

"Para garantizar la originalidad de los documentos presentados debe llenar el formulario de compromiso de originalidad que se encuentra en este enlace: <https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/formatos> Todos los artículos presentados deben ser inéditos y originales."

Nuestra portada:

Vol. 24 N° 96, Enero 2020



Diagramación y Diseño de Portada:

Br. Manuelis Salazar

Impresión:

Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO Puerto Ordaz

Publicación Financiada por:

- Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO Vicerrectorado Puerto Ordaz y UNEXPO (Rectorado y Vicerrectorado Puerto Ordaz)

Visualización de la Revista:

www.uctunexpo.autanaboks.com/index.ph/uct
www.uct.unexpo.edu.ve

DIRECTORIO DE LA REVISTA UNIVERSIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Director: Dr. Luis Rosales

Editor: Dr. Sergio Velásquez

Co-Editoras: MSc. Franyelit Suárez ; Dr. Linda Gil

Comité Editorial:

Dr. Oscar Dam(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ángel Custodio (Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Herman Fernández(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dra. Linda Gil(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Luis Rosales(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

PhD. Simón Caraballo(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Ovidio León(Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonino José de Sucre")

Dr. Alejandro Marcus(Universidad Nacional Experimental de Guayana)

PhD. Henry Izquierdo(Universidad Nacional Experimental de Guayana)

MSc. Franyelit Suárez (empresa AutanaBooks-Ecuador)

Dr. Janio Jadán (Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito-Ecuador)

Dra. Hilda Márquez (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dr. Diego Bonilla (Universidad Estatal de Bolívar-Provincia de Bolívar- Ecuador)

Dr. David Parra (Universidad Israel-Quito- Ecuador)

Mgt. Alberto Haro (Empresa Enyde.ec- Ecuador)

Mgt. Gustavo Chango (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Dra. Gloria Peña (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Dra. Beatriz Maldonado (Pontificia Universidad Católica-Sede Esmeraldas- Ecuador)

Mgt. Karina Mendoza (Universidad UTE-Quito- Ecuador)

Mgt. Juan Segura (Universidad Tecnológica Indoamérica-Quito- Ecuador)

Dra. Neris Ortega (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Dra. Elsa Zamora (Universidad Metropolitana de Quito-Ecuador)

Autoridades Nacionales de la UNEXPO

Rectora: Dra. Rita Añez

Vicerrectora Académica: Dra. Fraisa Codecido

Vicerrectora Administrativa: MSc. Mazra Morales

Secretaria: Ing. Magly de Peraza

Autoridades Regionales, Vicerrectorado Puerto Ordaz

Vicerrector: Dr. Luis Rosales

Director Académico: Lic. Richard Resplandor

Director Administrativo: Dr. Sergio Velásquez

Director de Investigación y Postgrado: Ing. Luisa Boet

Los artículos, opiniones y colaboraciones que se publican en esta revista no representan necesariamente la filosofía informativa ni institucional de la UNEXPO y podrán ser reproducidos previa autorización del Editor. En caso de reproducción se agradece citar la fuente y enviar ejemplares del medio utilizado a la UNEXPO, a la siguiente dirección: Dirección de Investigación y Postgrado, UNEXPO, Vicerrectorado Puerto Ordaz, Alta Vista Sur, Urb. Villa Asia, Final Calle China, Apdo. Postal 8050. Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. Telf./fax (0286) 9625245-9611382. Email: uct-poz@unexpo.edu.ve

Contenido

ADMINISTRACIÓN

- 4** *Ajitimbay Carmita, Silva Luis, Brito Mónica*, Elaboración del Plan Estratégico para el Sindicato de Choferes Profesionales Stanford .

ECONOMÍA

- 10** *Sánchez Doris, Procel María, Bastidas María* , Economía popular y solidaria: caso zonal #3 enfocado en el principio de género.

EDUCACIÓN

- 16** *Zea Rebeca, González William y Murrieta Beatriz*, Plataforma educativa para mejorar la calidad de procesos de aprendizajes en niñas y niños con capacidades especiales.

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

- 26** *Vargas Oscar, Flor Omar*, Diseño de un prototipo robótico de mano y antebrazo diestro para prótesis.

INGENIERÍA INDUSTRIAL

- 34** *Marcel Oswaldo Méndez Mantuano, Keyla Ximena Boderó Jiménez, Soraya Francisca Alvarado Fiallo, Ángel Raúl Huayamave Rosado, Darwin Vicente Apolo Robles*, Biosíntesis de nanopartículas de hierro (Fe₃O₄) en la remediación de aguas contaminadas.

INGENIERÍA MECÁNICA

- 45** *Quito Tapia Darwin, Caiza Quishpe Luis, Otero Potosí Santiago, Fraga Portilla Jorge*, Estudio de la degradación de la sonda lambda en función al kilometraje del vehículo y su repercusión en la emisión de gases contaminantes.

RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA

- 55** *Ochoa Rivera Roberto , Caisa Yucaila David* , Responsabilidad social corporativa: Estudio del comportamiento del consumidor del sector bananero de la provincia de Los Ríos Ecuador.

INGENIERÍA METALURGIA

- 64** *Romero Maguampi, Gómez Leonir, Camero Sonia y Yepez William*, AL 1%Cu composite material reinforced with Al₂O₃ particles characterization

ELABORACIÓN DEL PLAN ESTRATÉGICO PARA EL SINDICATO DE CHÓFERES PROFESIONALES STANFORD

Ajitimbay, Carmita¹., Silva, Luis²., Brito, Mónica³

carmita.ajitimbay@esPOCH.edu.ec¹, enrique.silva@esPOCH.edu.ec², monica.brito@esPOCH.edu.ec³

ORCID :0000-0001-6125-1004¹, 0000-0002-0035-6731², 0000-0002-9115-6822³

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Recibido (03/12/19), Aceptado (18/12/19)

Resumen: La presente investigación tuvo como finalidad desarrollar el plan estratégico basado en indicadores de gestión en beneficio del Sindicato de Choferes Profesionales Stanford en la provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Ecuador. La misma tiene como propósito apoyar al mejoramiento de la gestión administrativa; ya que desde hace varios años la conducción se ha convertido en un requerimiento del diario vivir, por lo tanto, es indispensable que las Escuelas de Conducción avalen a los choferes como aptos para brindar un adecuado servicio en los aspectos relacionados con el transporte y seguridad vial. La metodología de investigación aplicada fue el enfoque cuantitativo y cualitativo, obtenida de la información primaria y secundaria; las técnicas que se utilizaron fueron las encuestas, entrevistas y la observación directa realizada a los colaboradores y participantes directos de la institución, dando como resultados de la presente investigación la carencia de control de calidad, estrategias de captación y fidelización de clientes. Es importante que el Sindicato de Choferes profesionales Stanford considere el plan estratégico, ya que el mismo le permitirá ser más eficaz que la competencia y sobre todo se podrá conseguir las metas establecidas para el mejoramiento de su actividad y lograr rentabilidad

Palabras Clave: Indicadores de gestión, plan estratégico, sindicato de choferes, escuela de conducción.

PREPARATION OF THE STRATEGIC PLAN FOR THE UNION OF PROFESSIONAL DRIVERS STANFORD

Abstract: The purpose of this research was to develop the strategic plan based on management indicators for the benefit of the Stanford Professional Drivers Union, in the province of Chimborazo, Canton Riobamba; it is intended to support the improvement of administrative management; since for several years driving has become a requirement of daily life; therefore, it is essential that the Driving Schools abalise the drivers as suitable to provide an adequate service in the aspects related to transportation and road safety. The applied research methodology was the quantitative and qualitative approach, obtained from primary and secondary information; the techniques that were used were the surveys, interviews and direct observation made to the collaborators and direct participants of the institution; Results show that the Stanford Professional Drivers Union lacks quality control, recruitment strategies and customer loyalty. It is important that the union considers the strategic plan, since it will allow it to be more effective than the competition and above all it will be possible to achieve the established goals for improvement and achieve profitability.

Keywords: Management indicators, strategic plan, driver's union, driving school

I. INTRODUCCIÓN

El cambio acelerado y crecimiento constante del mercado exige que las organizaciones actualmente innoven sus procesos, productos y sistemas de servicios para satisfacer las necesidades y exigencias de la demanda, en esta era en el ámbito económico y comercial, la globalización promueve constantemente el intercambio de factores de producción tanto intelectuales como físicos que dentro de sus fronteras es limitado para que las empresas puedan transformarse y alcance sus objetivos, sin desapegarse de su razón de ser plasmada en su filosofía organizacional.

El objetivo del estudio fue desarrollar un plan estratégico basado en los indicadores de gestión para el Sindicato de Chóferes Profesionales Stanford en la ciudad de Riobamba, que permita el orden y el direccionamiento de los empleados para lograr su misión. El impacto que se pretende alcanzar, radica en el análisis de la situación actual tanto interna como externa y la delimitación de líneas de acción eficientes y eficaces para generar estrategias.

La presente investigación consta del desarrollo, resultados y conclusiones. En el primer apartado se considera toda la parte teórica y metodológica utilizada en la presente investigación, en el segundo apartado se ha considerado los resultados más relevantes y finalmente se ha emitido conclusiones de la elaboración del Plan Estratégico en el Sindicato de Chóferes.

II. DESARROLLO

A. Plan

Los planes son esquemas detallados de lo que deberá hacerse en el futuro, cuando hablamos de esquemas nos estamos refiriendo, a que, mediante un plan vamos a plasmar lo que se quiere que ocurra en el futuro y que se tiene la seguridad de que siguiendo el plan se va a alcanzar el objetivo propuesto [7].

B. Planeación

En lo referente a la planeación es el proceso para decidir las acciones que deben realizarse en el futuro, considerando diferentes alternativas de las acciones determinando cuales son las mejores [15].

Por otro lado, para [13] menciona que es una etapa del proceso administrativo en donde se deben identificar los objetivos a lograr y definir las prioridades, determinando los medios a utilizar y asegurando la efectiva aplicación de los mismos para lograr lo esperado.

Además, para [17] define a la planeación como un proceso sistemático y consciente de tomar decisiones acerca de metas y actividades que una organización lle-

vará a cabo en el futuro.

C. Planeación Estratégica

Con respecto a la planeación estratégica es un proceso de recopilación y análisis de información, que produce ideas y formaliza planes, siguiendo una metodología; aplica técnicas variadas y cuenta con la capacidad analítica para la formulación de planes estratégicos. [2]

Para otros autores la planeación estratégica se define como el arte y la ciencia de formular, implementar y evaluar decisiones multifuncionales que le permitan a una organización lograr sus objetivos y se enfoca en integrar la administración, el marketing, las finanzas y la contabilidad, la producción y las operaciones, las actividades de investigación y desarrollo [6].

Es necesario recalcar que la planeación estratégica es importante ya que plantea el rumbo hacia donde se dirige la organización, por eso la planeación es el punto de partida del proceso administrativo [8].

Conviene subrayar también que la planeación estratégica es un proceso, que contiene una serie de fases o etapas que se llevan en secuencia dentro de la organización describiendo la visión, misión, objetivos, estrategias y presupuesto [18].

El objetivo central de la planeación estratégica es lograr el máximo provecho de los recursos, seleccionando el entorno donde se han de desplegar los recursos y las estrategias dentro de la organización [1].

Hay que mencionar, además que para [22] el plan estratégico es una función y una herramienta de la administración que consiste en un esfuerzo organizado para producir una perspectiva del futuro de la sociedad y del papel de la organización en ella.

Por otra parte, para [25] alude a la planeación estratégica como un proceso de determinar cuáles son los principales objetivos de una organización y los criterios que orientan a la adquisición, la distribución y el uso de los recursos necesarios para alcanzar dichos objetivos.

La planificación estratégica incrementa la eficiencia y eficacia en el logro de los resultados deseados, aprovechando de forma racional los recursos con los que cuentan mientras se disminuyen los posibles riesgos causados por la natural incertidumbre del ambiente [19].

D. Análisis del entorno

Microentorno. Fuerzas cercanas a la empresa: compañía, proveedores, intermediarios de marketing, mercados de clientes, competidores y públicos que inciden en su capacidad de servir al cliente [10].

E.FODA

Se afirma que el DAFO o FODA forma parte de la planificación estratégica, siendo una herramienta de gestión, proporcionando la información necesaria para la implementación de acciones y medidas correctivas, y para el desarrollo de proyectos de mejora. El nombre DAFO, responde a los cuatro elementos que se evalúan en el desarrollo del análisis: las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades [9].

De manera semejante describen al FODA como un modelo o instrumento de gestión específico cuyo propósito es el desarrollo de estrategias para mejorar de manera interna y externa a la organización [14].

A su vez, también la describen como una evaluación de los factores fuertes y débiles que diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas [20].

F.Indicadores de Gestión

Los indicadores de gestión sirven para orientar la acción de administrar una empresa, a través de una expresión cuantitativa; siendo la relación entre objetivos y resultados. Promueve el trabajo en equipo, facilita el desarrollo de la organización resaltando la eficiencia, eficacia, efectividad, productividad y competitividad [16].

Se puede mencionar también que el indicador de gestión permite medir y calcular el logro de los objetivos sociales e institucionales [5].

G.Clases de Indicadores de Gestión

•Indicador de Eficiencia

Ahora bien, dentro de los indicadores de gestión, está el indicador de eficiencia que exige se evalúen los procesos desarrollados en la organización en relación con algo o con alguien. Mide el uso adecuado de los recursos con relación al logro de los objetivos, producto o servicio deseado [27].

Igualmente, es el nivel productivo que se debe alcanzar con la menor cantidad posible de recursos, es decir utilizando correctamente los medios de producción disponibles [26].

•Indicador de Eficacia

Como lo afirma [21] señalan a la eficacia como "hacer las cosas correctas", es decir las actividades de trabajo con las que la organización alcanza sus objetivos.

De manera semejante, la eficacia organizacional es la capacidad total de la entidad y las interacciones dentro de la planificación estratégica, estructuras y procesos administrativos y los recursos humanos y financieros, todos en relación con las metas de la organización

y el ambiente externo [12].

•Indicador de Efectividad

La efectividad "es hacer las cosas que se deben de hacer", siendo el grado en que un individuo logra el resultado que se espera de su posición [23].

En fin, se puede decir que los indicadores de gestión son ventajosos para las empresas ya que cada uno desempeña un papel importante, evaluando el grado de consecución de los objetivos.

H.Estrategias

Las estrategias son mecanismos de dirección que dictaminan enfoques y pautas generales de acción respecto a elementos que intervienen en los procesos de las empresas, es decir, las estrategias les señalan a los miembros de una organización (sean estos administradores, dueños o empleados) cómo se deben emplear los recursos para obtener el mayor beneficio de ellos, a la vez que sugieren patrones de interacción para cada agente inmiscuido en el desarrollo organizacional [11].

III.METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en el Sindicato de Chóferes Profesionales Stanford, aplicando un enfoque cualitativo y cuantitativo, los métodos aplicados son teóricos de acuerdo a la información primaria y secundaria obtenida. Dentro de la investigación de campo se recolectó información proporcionada directamente de la institución; permitiendo describir la situación actual de la organización, sus funciones y actividades.

Las técnicas de investigación utilizadas para la recopilación de información fueron la entrevista, aplicada a todos los empleados del sindicato; la encuesta aplicada a los estudiantes para identificar la satisfacción de los mismos; y la observación directa obteniendo una percepción visual amplia de los hechos. Los métodos de investigación que se utilizaron fueron el analítico sintético que implica la descomposición de los hechos en partes; también se utilizó el método inductivo – deductivo permitiendo analizar las diferentes áreas y personas que inciden en el desarrollo del sindicato; permitiendo aplicar los indicadores de gestión. La población de estudio fueron los 12 empleados que laboran en el sindicato de chóferes y 89 estudiantes que eran usuarios de la misma.

IV.RESULTADOS

A partir del análisis se realizó una encuesta a los empleados y estudiantes, a continuación, se presentan algunos resultados relevantes del estudio:



Figura 1. Evaluación del Organigrama del Sindicato

En la figura 1, se observa que el 100% de los empleados conocen la existencia del organigrama que indica de manera clara la estructura jerárquica.



Figura 2. Análisis de Objetivos

Se identifica en la figura 2, que el 75% de los empleados indican que tiene conocimiento sobre la misión y visión de la Institución, mientras que el 25% aluden

que conocen levemente.

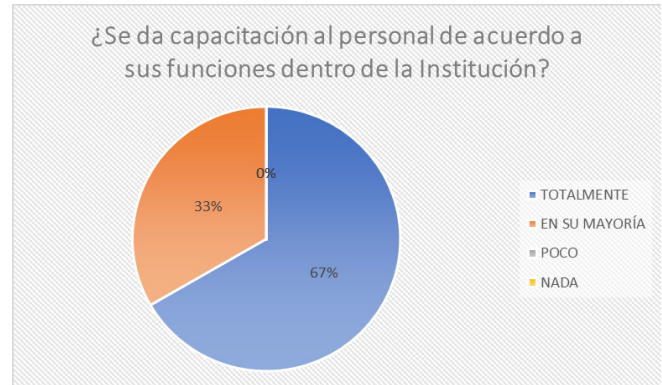


Figura 3. Existencia de Indicadores de gestión

Según la figura 3, se determina que el 42% de los empleados desconocen si existe la aplicabilidad de indicadores de gestión en el sindicato; el otro 42% determinan que no existe indicadores y el 16% restante menciona que si conoce sobre la existencia de indicadores de gestión.

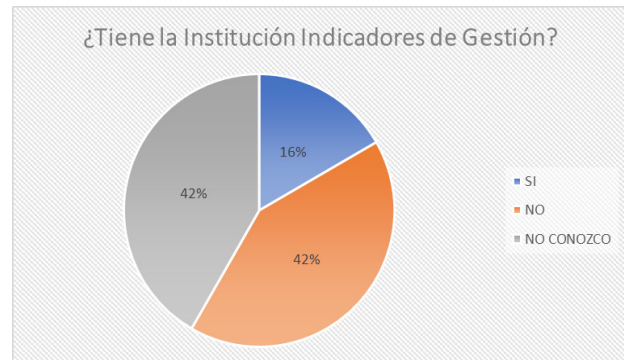


Figura 4. Fortalecimiento de capacidades al personal

Tabla I. Criterios de evaluación del modelo SWOT

FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS
Fortalezas (+)	Oportunidades (+)
F1. Cuenta con Misión, Visión y Organigrama claramente definidos	O1. Excelente demanda estudiantil
F2. Personal capacitado con estudios superiores	O2. Autorización legal del funcionamiento otorgado por la Agencia Nacional de Tránsito
F3. Infraestructura y equipamiento propio	O3. Avance tecnológico
F4. Comunicación jerárquica	
Debilidades (-)	Amenazas (-)
D1. Deficiente sistema de control académico	A1. Inestabilidad del país en su rama económica
D2. Defectuoso sistema de cobranzas	A2. Alta competencia de las escuelas de conducción
D3. Insuficiente personal especializado en Seguridad Vial	

La finalidad del análisis permitió diagnosticar la situación actual del sindicato obteniendo un claro entendimiento del entorno en el que se desenvuelve, la finalidad fue plantear y administrar las estrategias más adecuadas para cada situación, procurando que las estrategias consideren los factores clave del éxito; por ende, con la información recaudada planteamos el análisis FODA o SOWT para el planteamiento de las bases

para el plan estratégico. Se planteó también la Matriz Estratégica y Evaluación de la Acción que es una herramienta para conocer la tendencia que deben llevar las estrategias, esta matriz es un marco de cuatro cuadrantes que muestra si el sindicato puede diseñar estrategias con tendencia agresiva, conservadora, defensiva o competitiva.

Tabla II. Matriz SWOT

	FORTALEZAS (F)	DEBILIDADES (D)
	F1. Cuenta con Misión, Visión y Organigrama claramente definidos	D1. Deficiente sistema de control académico
	F2. Docentes capacitados con estudios superiores	D2. Defectuoso sistema de cobranzas
	F3. Infraestructura y equipamiento propia	D3. Insuficiente personal especializado en Seguridad Vial
OPORTUNIDADES (O)	ESTRATEGIAS FO	ESTRATEGIAS DO
O1. Excelente demanda estudiantil	4.- Certificación de calidad	1.- Filosofía corporativa
O2. Autorización legal de funcionamiento otorgado por la ANT		2. Automatización de sistemas
O3. Avance tecnológico		
AMENAZAS (A)	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
A1. Inestabilidad del país en su rama económica	5.- Ventaja competitiva.	3.-Fortalecimiento del conocimiento.
A2. Alta competencia de las escuelas de conducción		

Se observa también, que los indicadores de gestión son instrumentos que apoyan la toma de decisiones, pues proporcionan un panorama de la situación de un proceso o negocio. A continuación, se describen los que se considera para el sindicato más relevantes:

A. Rentabilidad

El nivel de cobranza se encuentra en estado regular y el nivel de morosidad se encuentra en un estado no aceptable, pues el número de estudiantes que no pagan sus colegiaturas alcanzan al 30,16 de la totalidad.

B. Publicidad

En el mercado se debe ser creativo, intentar transformarnos y salir a buscar nuevos mercados fuera implica considerar el coste de captación de nuevos clientes y el margen de ganancia que dejan, lo más conveniente es trabajar en la valoración de la retención y la recurrencia que es lo que nos otorga el valor real de cada cliente. Conocedores de esta realidad el sindicato ha priorizado el número de publicidades ejecutadas.

C. Gestión

En este indicador se observa que no todos los datos son aceptables, por lo que se debería considerar planes de mejora en el área. La evaluación del desempeño y el control en las organizaciones muchas de las veces se lo han realizado en base solo a informes financieros, siendo organizaciones poco productivas. En este caso para poder incrementar la eficiencia del Sindicato de Chóferes se ha comparado sus indicadores de gestión y los resultados de los factores tanto internos y externos con los objetivos del mismo, para con esta información proyectarse hacia el futuro a través de planes de mejoramiento.

V. CONCLUSIONES

- La administración del sindicato de choferes profesionales Stanford es llevada a cabo a través de la experiencia empírica; por lo tanto, no se toman las decisiones adecuadas y no responde a las necesidades del mercado; por lo tanto, es importante implementar un plan estratégico que generen nuevos espacios de trabajo y aumento de cursos de capacitación, desarrollando un sistema de transporte sostenible.

- El desconocimiento del FODA se da por una falta de socialización con todos los funcionarios, poniendo a la empresa en desventaja impidiéndola competir en mercado provincial y nacional, incrementando su riesgo en el mercado.

- Basado en el análisis de la matriz SWOT el entorno externo en el que se desenvuelve la organización tiene algunas amenazas que requieren atención, por otro lado,

cuenta con oportunidades que deben ser aprovechadas para posicionarse en el mercado; referente al entorno interno el sindicato tiene igual debilidades y fortalezas, sin embargo, no es un foco de atención principal, pero se debe resolver con anterioridad puesto que nos servirá para tomar futuras decisiones.

- El estudio aplicado al interno permitió identificar como se realizan las diversas actividades y procesos, transformando los resultados en oportunidades para la generación de estrategias de gestión que tienen como finalidad satisfacer al usuario.

REFERENCIAS

- [1] T. Bateman y S. Scott, Administración. Un nuevo panorama competitivo. MacGraw Hill, 6ª Edición, México, pp 110. 2005.
- [2] A. Castro, Planeación Financiera Estratégica, McGrawHill/Interamericana, México, 2008.
- [3] I. Chiavenato, Introducción a la teoría general de la administración, 8ª.ed. McGraw-Hill/Educación, México, 2014.
- [4] I. Chiavenato y A. Sapiro, Planeación Estratégica: Fundamentos y Aplicaciones. 2a. ed. McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A, México, 2011.
- [5] R. Estupiñán, Análisis Financiero y de Gestión. 2a. ed. ECOE Ediciones, Colombia, 2006.
- [6] D. Fred, Conceptos de Administración Estratégica, 14ta ed, Pearson Educacion, México, 2013.
- [7] E. García Sánchez y Valencia Velazco, M. Planeación estratégica. 2ª. ed. Trillas. México, 2012.
- [8] L. Goodstein, T. Nolan y J. Pfeiffer, Planeación estratégica aplicada. McGraw-Hill Interamericana. 1998.
- [9] A. Guzmán, L. Cubillos, M. Trujillo, D. Guzmán y T. Romero, Contabilidad financiera, Universidad del Rosario, Argentina, 2006.
- [10] P. Kotler y G. Armstrong, Principios de marketing. 12ª ed., PEARSON EDUCACIÓN, S.A., México 2008.

ECONOMÍA POPULAR Y SOLIDARIA: CASO ZONAL #3 ENFOCADO EN EL PRINCIPIO DE GÉNERO

Sánchez Doris ¹, Procel María ², Bastidas María³

doris.sanchez@esPOCH.edu.ec¹, maprocels@esPOCH.edu.ec², m_bastidas@esPOCH.edu.ec³
<https://orcid.org/0000-0002-1072-9212>¹, <https://orcid.org/0000-0001-5926-1481>², <https://orcid.org/0000-0002-1746-7307>³

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Recibido (06/12/19), Aceptado (21/12/19)

Resumen: La presente investigación describe ampliamente las leyes y condiciones pasadas y actuales que le ha permitido al Ecuador instituir al sector de la Economía Popular y Solidaria enfocado en el principio de Género; permitiendo crear un nuevo modelo de desarrollo fomentando el trabajo. Para ello se inicia realizado un retrato histórico de la Economía Social y Solidaria enfocado en el principio de Género en el mundo y en Latinoamérica, con el afán de insertar a la mujer en la economía del país y conllevando a tener una puerta abierta al reconocimiento de sus derechos y una transformación en su propia vida y de la comunidad; a través de la implementación de políticas públicas, las cuales tienen un impacto medible en términos de crecimiento y desarrollo. La metodología que se utilizó es descriptiva y explicativa, así como, una investigación documental oficial arrojada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, permitiendo obtener datos estadísticos y posteriormente el análisis de contenido. Finalmente, la investigación revela que la implementación de la Economía Popular y Solidaria (EPS) ha tenido resultados limitados en cuanto al apoyo a microcréditos y a la creación de empleos, ya que la mayoría de este tipo de economías se encuentran en sectores rurales, donde deben construir las relaciones humanas entre el campo y la ciudad buscando espacios de comercialización generando empoderamiento de sus nuevos roles y obtener un reconocimiento social a través de las experiencias de vida y de la cotidianidad.

Palabras Clave: Derecho de la mujer, economía popular y solidaria, género.

POPULAR ECONOMY AND SOLIDARITY: ZONAL CASE #3 FOCUSED ON THE GENDER PRINCIPLE

Abstract: The present investigation describes widely the laws and past and current conditions that Ecuador has allowed to institute the sector of the Popular and Solidarity Economy focused on the principle of Gender; allowing to create a new model of development promoting work. To this end, a historical portrait of the Social and Solidarity Economy was launched, focused on the principle of gender in the world and in Latin America, with the aim of inserting women into the country's economy and leading to an open door to the recognition of his rights and a transformation in his own life and in the community; through the implementation of public policies, which have a measurable impact in terms of growth and development. The methodology used is descriptive and explanatory, as well as an official documentary investigation by the National Institute of Statistics and Census, which allows obtaining statistical data and later the content analysis. Finally, the research reveals that the implementation of the Popular and Solidarity Economy (EPS) has had limited results in terms of support for microcredit and the creation of jobs, since most of these types of economies are found in rural sectors, where they must build human relationships between the countryside and the city looking for spaces of commercialization, generating empowerment of their new roles and obtaining a social recognition through the experiences of life and everyday life.

Keywords: Women's right, popular and solidarity, economy, gender.

I. INTRODUCCIÓN

La finalidad de este escrito es emitir un criterio del nuevo sistema de Economía Popular y Solidaria y la inclusión del Género, para alcanzar el objetivo de investigación conviene subrayar la participación de la mujer en todos los sectores productivos, siendo el eje principal a través de la generación de emprendimientos, cuya finalidad es mejorar su calidad de vida, satisfacer sus necesidades y tratar de reducir los problemas sociales aplicando el modelo alternativo de Economía Popular y Solidaria, desembocando en un crecimiento y desarrollo. Es importante resaltar la lucha histórica que durante décadas ha llevado a cabo la mujer.

Finalmente, la población que realiza alguna de las actividades económicas como agrícola, consumo, minería, producción, servicio de transporte, servicio y vivienda; dentro de la economía popular y solidaria a nivel país es 34562 mujeres y 9166 hombres que participan en este sistema. Se realizó una investigación cuantitativa y cualitativa aplicando el método inductivo y deductivo de la muestra que arrojó los siguientes datos: en la Provincia de Cotopaxi existe una mayor participación de la mujer con un 59% que en el resto de las Provincias y de igual forma de los hombres con un 40% que el resto de las Provincias; siendo la más baja en participar en este tipo de actividades en la Provincia de Pastaza con un 2%.

II. DESARROLLO

A. La igualdad de género

a. Marco histórico doctrinal

Hace más de dos mil años Aristóteles sentenció que la mujer es el sexo débil y con ello marcó una actitud hacia la mujer en todos los órdenes de la vida señalaba el estagirita que la mujer es mujer en virtud de cierta falta de cualidades y debemos considerar el carácter de las mujeres como adolescente de una imperfección natural y a continuación Santo Tomás decreta que la mujer es un hombre fallido, un ser ocasional [14].

Pero no solamente en la antigüedad encontramos esta actitud frente a la mujer, claro con excepciones dignas de mencionar, en la época referida Platón tendrá una apreciación distinta de la mujer. En todo caso en la cuna de la cultura occidental se fue gestando un actitud diferenciadora y discriminante entre los hombres respecto a las mujeres, esta posición antropocéntrica, en el contexto de la filosofía [7].

Durante la ilustración y la modernidad se emprende un proyecto de lucha por la igualdad de los sexos especialmente en la esfera de lo político recordemos que al

nacimiento del estado moderno ya se pronunciaron por los derechos de la mujer y la ciudadana, texto propuesto por Olympe de Gouges en 1791, [17].

En nuestro país hay que hacer especial mención al proyecto constituyente de 1997, en la que se “incorporó un reconocimiento generalizado de los derechos humanos de las mujeres establecidos en las Convenciones Internacionales, particularmente, en los principios y reconocimientos de la Convención para la eliminación de todas las formas de discriminación contra la Mujer; convención de la cual el país es signatario ante el Seno de las Naciones Unidas, sin reservas de ninguna clase” [16].

Es más, la participación paritaria entre hombres y mujeres, la alternabilidad y secuencialidad, se ve reforzada con acciones afirmativas en favor de la mujer en otros aspectos de la vida en comunidad [32].

En lo referente a los derechos civiles podemos apreciar que las últimas reformas al código civil, patentan esta nueva visión de las relaciones hombre mujer, por tanto, en la actualidad junto con la disposición sobre la acción afirmativa nos existiría espacio para discriminación entre hombres y mujeres [3].

Para comprender mejor es importante preguntas más de fondo sobre las razones detrás de la persistencia de la pobreza, considerando la pobreza no como un problema económico sino ético; siendo esta una condición inaceptable y que se deben mirar las causas estructurales de la pobreza [33].

Ahora bien, el desarrollo de legislación incluyente, deviene de una serie de factores, que no son exclusivamente de un cambio de actitud, sino que esto proviene de un conjunto de cuestiones de carácter teórico, científico, contextual, ambiental y social que provoca una transformación en nuestra visión sobre la mujer no solamente desde la mirada del hombre sino de la mujer misma [4].

La diferencia sexual constituye la primera de las etiquetas sociales que se asigna al ser humano y a consecuencia de ello se ocupa un lugar y se asume un destino, que para el caso de las mujeres uno de ellos lo constituye fundamentalmente la maternidad [29].

Deliberadamente se ha presentado este principio desde la perspectiva de la igualdad entre hombres y mujeres, es decir de la diferencia de sexo. Sin embargo, el principio adoptado en la ley de economía popular y solidaria señala textualmente la equidad de género [8].

Ahora bien, si atendemos el significado del término género, tendríamos que tomar en consideración no solamente la diferencia sexual biológica, sino de orientación sexual [1]. Según el doctor John Money (1950) afirma que la palabra género gramaticalmente se usaba

para distinguir entre una palabra que denote masculino, femenino, o neutro. Señalaba que se podría cambiar el sexo de la persona con la educación. Así nació también el concepto de género como 'rol', o conjunto de funciones, que la sociedad asigna a cada uno de los géneros [23]. En 1968 el psiquiatra [30] publicó una obra llamada *Sex and Gender*, en ella, popularizó las ideas del anterior autor, y afirmaba que el vocablo género no tiene un significado biológico, sino psicológico y cultural [24].

Lamentablemente la ideología feminista ha transformado la palabra género en razón de intereses estratégicos convirtiéndolo en un concepto valorativo, que sirve para desnaturalizar el sexo, y convertir el género en el significativo, de en instrumento o 'dispositivo' político de dominación [22].

El logro transnacional se patentará a través de la resolución que consagra la llamada perspectiva de género en la Conferencia de las Naciones Unidas [10], conforme se señalará en el siguiente capítulo. En consecuencia a fin de copar todos los espacios de realización individual y colectiva en la que participen las mujeres como queda dicho no solo será en la esfera de los derechos civiles, el derecho mercantil en la que pasamos disposiciones que prohíben las actividades de comercio a las mujeres, hasta su presencia en todos campos del emprendimiento, de la empresa y de la administración femenina en todos los sectores y áreas de la economía, no siendo la excepción el sector de la economía popular y solidaria [2].

b.Marco institucional internacional

Es necesario recalcar que en la Carta de las Naciones Unidas firmada en San Francisco el 26 de junio de 1945 [6] determina qué; se reafirma la fe en los derechos fundamentales del ser humano, en la dignidad y el valor de la persona humana, en la igualdad de derechos entre los hombres y las mujeres y de las naciones grandes y pequeñas.

Así mismo en la Declaración Universal de los Derechos Humanos aprobada el 10 de 1948 [15] describe que todos los seres humanos nacen libres e iguales; además en el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de 1966, [26] afirma que todas las personas tienen derecho a condiciones de trabajo equitativas y satisfactorias.

Por otro lado, en el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos aprobados el 16 de diciembre de 1966, [25] en su artículo 26, determina que todas las personas son iguales ante la ley y tienen derecho sin discriminación a igual protección de la ley.

Había que decir también que en la Conferencia de

Viena de 1993 de las Naciones Unidas [11], describe que los derechos humanos de la mujer y de la niña son parte inalienable, integrante e indivisible de los derechos humanos universales.

c.Marco institucional local

Cabe también recalcar que la Constitución de la República del Ecuador refiere en su Art. 11 que todas las personas son iguales y gozaran de los mismos derechos, deberes y oportunidades. La ley sancionará toda forma de discriminación. El Estado adoptará medidas de acción afirmativa que promuevan la igualdad real en favor de los titulares de derechos que se encuentren en situación de desigualdad. [12].

d.Marco institucional: ley de economía popular y solidaria

De manera semejante lo representa en la Ley Orgánica De Economía Popular y Solidaria Del Sistema Financiero, Artículos 4, 15 y 129 que habla de equidad de género y acciones afirmativas, en la que el Estado formulará medidas a favor de las personas y organizaciones, tendientes a reducir las desigualdades económicas, sociales, étnicas, generacionales y de género y se procurará la paridad en la integración de los órganos directivos y de control [21].

III.METODOLOGÍA

B.Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación es un diagnóstico que resulta de la consolidación de las actividades económicas en la zona 3 del Ecuador enfocado en género; se aplicó un enfoque cualitativo con los métodos de la observación; y enfoque cuantitativo empleando la recopilación, análisis e interpretación de datos e información. De acuerdo a los distintos tipos de actividades descritos participan a nivel país un total de 34562 mujeres y 9166 hombres; siendo este dato nuestra población; y la unidad de análisis son todas las actividades económicas: agrícola, consumo, minería, producción, servicio de transporte, servicio y vivienda.

Dentro de la investigación de campo se recolectó información proporcionada directamente de las instituciones de economía popular y solidaria y del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos permitiendo describir la situación actual de la participación de la mujer en dichas economías. La técnica de investigación utilizada es la recopilación de información obtenida de las diferentes instituciones y realizando una observación obteniendo una percepción visual amplia de los hechos.

Es así que la población de estudio se la llevo a cabo

en la zona 3 del Ecuador; la primera Provincia de análisis es la de Chimborazo constituyendo un total de participación por parte de las mujeres de 248 y hombres 21, en la Provincia de Cotopaxi participan 2892 mujeres y 993 hombres, en la Provincia de Tungurahua participan 1682 mujeres y 619 hombres, finalmente en la Provincia de Pastaza participan 75 mujeres y 12 hombres que pertenecen a las organizaciones de economía popular y solidaria; siendo estos datos nuestra muestra; obteniendo una descripción estadística clara. La información recolectada fue unificada y tabulada con la base de los datos obtenidos, constituyendo el primer acercamiento a la realidad de estudio y poniendo en manifiesto el peso que tiene actualmente la mujer en la sociedad ecuatoriana.

Los métodos de investigación que se utilizó fueron el analítico sintético que implica la descomposición de los hechos en partes; también se utilizó el método inductivo – deductivo permitiendo analizar las diferentes provincias que conforman la zona 3 del Ecuador.

Los materiales utilizados para este trabajo fueron las encuestas, fichas de observación y conversaciones informales.

IV.RESULTADOS

Durante décadas se ha asociado a lo masculino con Homo Economicus, que se lo describe como competitivo, egoísta y autosuficiente; pero actualmente se pretende revertir este sistema dentro de la Economía Popular y Solidaria, adoptado una visión feminista puesto que existe un fuerte sesgo de género, como se puede visualizar en el en la gráfica 1.

HOMBRES Y MUJERES SOCIOS QUE TRABAJAN EN LA ORGANIZACIÓN A NIVEL PAÍS

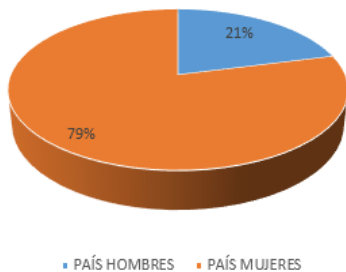


Fig 1. Hombres y Mujeres socios que trabajan en la organización de EPS a nivel país

Siendo así que las mujeres representan una gran parte productiva al país en el sector laboral como se puede demostrar en la gráfica 2 observando las actividades desarrolladas dentro del marco de EPS a nivel país.

CONFORMACIÓN DE ORGANIZACIONES A NIVEL PAÍS

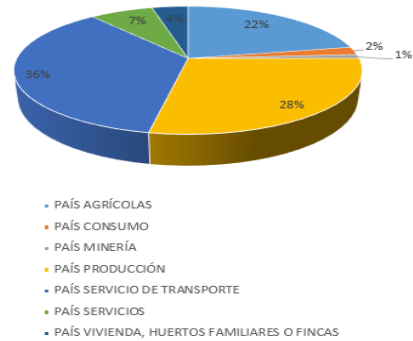


Fig. 2. Conformación de organizaciones a nivel país

Desde la modificación en la Constitución del Ecuador en el año 2008 se introduce la equidad de género pretendiendo alcanzar la reivindicación del derecho de la mujer, como se puede observar en el grafico 3.

CHIMBORAZO Socios que tabajan en la organización - MUJERES

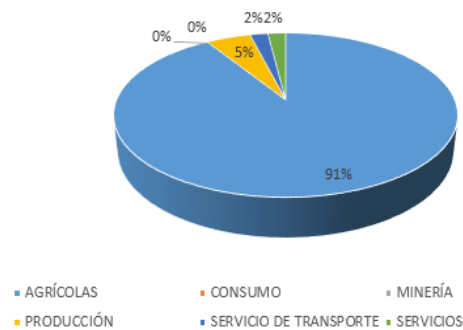


Fig. 3. Socios que trabajan en la organización mujeres de Chimborazo

Como también podemos demostrar en la provincia de Cotopaxi con respecto a las socias mujeres que trabajan en la organización de EPS, representado en la gráfica 4.

COTOPAXI Socios que tabajan en la organización - MUJERES

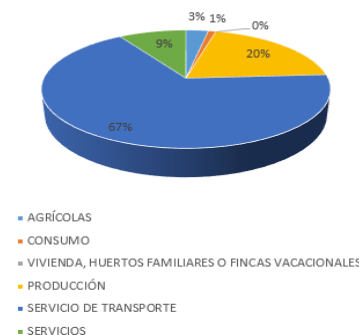


Fig. 4. Socias mujeres que trabajan en la organización de EPS en Cotopaxi

Con respecto a las socias mujeres que trabajan en las organizaciones de EPS en la provincia de Pastaza, demuestran los siguientes resultados.



Fig. 5. Socias mujeres que trabajan en las organizaciones de EPS en Pastaza

Además, se analiza la gráfica 6, con los siguientes resultados; basados en que dentro de la Economía Popular y Solidaria el 80% de las asociaciones, cooperativas y/o comunidades están conformadas por mujeres que llevan a cabo prácticas solidarias con el ambiente. Cabe destacar que según datos del INEC la carga laboral semanal entre un hombre y una mujer en la zona urbana es de 75 horas para las mujeres en relación a 62 horas los hombres; y en la zona rural es de 82 horas de trabajo la mujer en relación a 60 horas de trabajo los hombres; siendo siempre las horas de trabajo de la mujer superior a las del hombre; dando un quiebre a la igualdad de género [5].

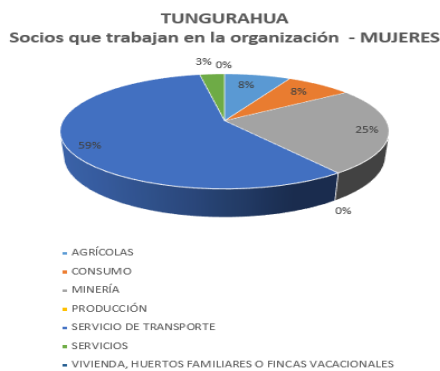


Fig. 6. Socias mujeres que trabajan en las organizaciones de EPS en Tungurahua

En el caso particular se describe a los emprendimientos de Economía Popular y Solidaria como organizaciones constituidas por un grupo de personas que agrupan los recursos y trabajan con conjunto cuya fina-

lidad es producir y comercializar un bien o un servicio a través de un comercio justo para satisfacer sus necesidades, generando impuestos; basados en los principios de solidaridad, cooperación y reciprocidad orientado al buen vivir [27].

También se ha visto un cambio trascendental ya que se reduce la violencia por parte de sus parejas; pero según datos emitidos por el INEC se establece que el 60,6% de las mujeres a nivel país ha sufrido violencia de género y el 48,7% de las mujeres ha sufrido violencia por parte de sus parejas. Cabe indicar que en los sectores vulnerables la situación se acrecienta pues las mujeres indígenas has sufrido violencia por parte de sus parejas en un 67,8% y las afrodescendientes en un 66,7% [19].

V.CONCLUSIONES

Como resultado se puede identificar que, gracias al nuevo sistema financiero y no financiero de Economía Popular y Solidaria, la situación de las mujeres ha cambiado pues les ha permitido introducirse en la economía de sus hogares, mejorar su autoestima, sentirse independientes, con autonomía, generar capacidades y reducir la violencia de genero.

Además, podemos decir que la situación de las mujeres en especial del sector rural siempre ha estado marcada por la exclusión, ha tenido una fuerte carga de trabajo ya que se dedica a los quehaceres domésticos, a la educación de sus hijos y al trabajo agropecuario, impidiendo el desarrollo personal de las mujeres en esta zona, imposibilitado la equidad de género.

En definitiva, una de las estrategias implementadas, fue generar espacios de comercialización para los productos que se obtienen de las asociaciones y/o cooperativas, permitiendo visualizar sus prácticas y saberes; que permite también mantener una relación directa entre los productores y consumidores. Algo importante que se debe destacar es que se ha forjado lazos de integración familiar con la participación de sus hijos y maridos. Cabe destacar que actualmente, algunos hombres dentro del movimiento han decidido integrarse en los procesos, pero todavía son una minoría

REFERENCIAS

[1]Shoer. Roth. (2018, abril 18). ABOUT ESPAÑOL. Disponible: <https://www.aboutspanol.com/cual-es-la-diferencia-entre-orientacion-sexual-e-identidad-de-genero-1405220>
 [2]Barrionuevo. T, & Alexandra. L, “El desarrollo socioeconómico de la parroquia Pilahuín y su incidencia

en la vida de las mujeres,” (2013).

- [3]Biglia. B, “Narrativas de mujeres sobre las relaciones de género en los movimientos sociales. Universidad Central de Barcelona, Barcelona”. Ph.D. (2005).
- [4]Trillo. Figueroa, Martínez. J. (2007, noviembre 16). LA IDEOLOGIA DE GENERO: LA DICTADURA DEL HEDONISMO VERSUS FELICIDAD. Disponible: https://www.bioeticaweb.com/wp-content/uploads/2016/11/Genero_felicidad.pdf
- [5]Bueno. Montalván, & Pamela. E. “Realidades y mitos de la economía social y solidaria: el caso Ecuador” (2013).
- [6]Truman. H. (1945, junio 26). CARTA DE LA NACIONES UNIDAS. Disponible: https://www.oas.org/36ag/espanol/doc_referencia/Carta_NU.pdf
- [7]Castellanos, R. Sobre cultura femenina. 1. Ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2013.
- [8]A. Castro, “Contribución de las entidades públicas en el fortalecimiento de la economía popular y solidaria en el Ecuador a partir del año 2013,” M.S. tesis, Quito, 2015.
- [9]Código Orgánico Monetario y Financiero. Ecuador: 2014.
- [10]Conferencia de las Naciones Unidas. (1942).
- [11]Pillay, N. (1993, junio 25). Declaración y Programa de Acción de Viena. Disponible: https://www.ohchr.org/Documents/Events/OHCHR20/VDPA_booklet_Spanish.pdf
- [12]Constitución de la República del Ecuador. Ciudad Alfaro: Asamblea Constituyente, 2008.
- [13]Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias. Ecuador: 2019.
- [14]Beauvoir. S. El segundo sexo. Barcelona: 1949.
- [15]Declaración Universal de Derechos Humanos. París: 1948.
- [16]Estrada. C, “Memorias de una Conquista,”. Quito: Editorial e Imprenta Delta S.C.C, 2001.
- [17]Gouges O. (2019, enero 15). Fundación Márgenes y Vínculos. (Online). Disponible: <http://www.fmyv.es/ci/es/Mujer/13.pdf> <http://www.fmyv.es/ci/es/Mujer/13.pdf>
- [18]Instituto Nacional de Economía Popular y Solidaria. Quito: 2019.
- [19] Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). Censo de Población y Vivienda. (Online). Disponible: http://www.eruditos.net/mediawiki/index.php?title=Poblaci%C3%B3n_del_Ecuador_Urbana_Rural_%28Pa-roquia%29. Consultado en 14/01/2019 a las 23:00
- [20]Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. (2018). (Online). Disponible: <https://www.junta-monetariafinanciera.gob.ec/>
- [21]Ley Orgánica de la Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario. (2011, mayo 10). Registro Oficial 444.
- [22]Millet. K, “Sexual Politics,”. Madrid, Ed. Cátedra S.A, 1995.
- [23]Miyares, A, “Democracia feminista,” Madrid, Ed. Cátedra S.A, 2003.
- [24]Aguilar. T. (2008, septiembre 01). El sistema sexo-género en los movimientos feministas. (Online). Disponible: <https://journals.openedition.org/annis/537?lang=en>
- [25]Pacto Internacional De Derechos Civiles y Políticos. (1966, diciembre 16). París: 1966.
- [26]Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. (1966).
- [27]Red Intercontinental de Promoción de la Economía Social Solidaria. (2010). Guía para el mapeo y revelamiento de la economía popular solidaria en Latinoamérica y Caribe. (Online). Disponible: http://www.ripesslac.net/recursos_publicaciones/20101204_170921_LIBRO%20GUIA.pdf.
- [28]Reglamento a la Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria. Ecuador: 2018.
- [29]Stolcke, V, “¿Es el sexo para el género lo que la raza para la etnicidad... y la naturaleza para la sociedad?” México, 2000.
- [30]Stoller. R. Sex & Gender. New York: Science House, 1968.
- [31]Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. Ecuador: 2019.
- [32]M. Tapia, “Población en el espacio rural y urbano con base en el crecimiento demográfico y su impacto en el territorio” M.S. tesis, Quito, 2015.

PLATAFORMA EDUCATIVA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE PROCESOS DE APRENDIZAJES EN NIÑAS Y NIÑOS CON CAPACIDADES ESPECIALES

Zea Rebeca, González William y Murrieta Beatriz

rebecazea10@gmail.com, william7_gonzalez@hotmail.com, b28josue@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-7474-2590>

Docentes del Colegio Nacional Técnico “Dr. Luis Celleri Avilés”

Recibido (08/12/19), Aceptado (20/12/19)

Resumen: El presente artículo aborda el trabajo de investigación donde se vislumbra la incidencia del uso de instrumentos de tipo tecnológico y su repercusión en la calidad de los métodos de formación en niñas y niños sordo silentes. Esta labor duró 6 meses y se desarrolló con la comunidad educativa de la escuela Arca GAD Atahualpa, que acoge en sus aulas 3 directivos, 70 estudiantes, 10 docentes y 70 representantes. En la institución educativa se visualizaba un nivel bajo en el uso de medios tecnológicos, por lo cual, en la búsqueda de respuestas a este conflicto, el trabajo se orientó al manejo de recursos de la tecnología aplicados al sistema educativo. Se identificó, mediante la investigación cuantitativa y de campo con instrumentos como la entrevista, la observación y la encuesta, cómo optimizar la calidad de procesos de aprendizaje, qué tipo de habilidades y destrezas eran necesarias desarrollar en las niñas y niños con pérdidas auditivas silentes; y cómo mejorarlas mediante actividades específicas aplicando los recursos tecnológicos. Al término del análisis de los datos recopilados, se pudo realizar y emplear una propuesta de plataforma educativa pedagógica, que perfecciona la calidad de los procesos de aprendizaje en niñas y niños con capacidades especiales.

Palabras Clave: Capacidades especiales, procesos de aprendizaje, plataforma educativa.

EDUCATIONAL PLATFORM TO IMPROVE THE QUALITY OF PROCESSES OF LEARNINGS IN GIRLS AND BOYS WITH SPECIAL ABILITIES

Abstract: This article discusses the research work where the incidence of the use of technological instruments and its impact on the quality of training methods in silent deaf children is envisioned. This work lasted 6 months and was developed with the educational community of the Arca GAD Atahualpa school, which houses in its classrooms 3 managers, 70 students, 10 teachers and 70 representatives. In the educational institution a low level was observed in the use of technological means, therefore, in the search for answers to this conflict, the work was oriented to the management of technology resources applied to the educational system. It was identified, through quantitative and field research with instruments such as interview, observation and survey, how to optimize the quality of learning processes, what kind of skills and abilities were necessary to develop in girls and boys with silent hearing losses; and how to improve them through specific activities, applying technological resources. At the end of the analysis of the data collected, it was possible to make and use a proposal for an educational educational platform that perfects the quality of learning processes in girls and boys with special abilities.

Keywords: Special abilities, learning processes, educational platform.

I. INTRODUCCIÓN

En la época actual, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) surgen como nuevas formas de planificar y desarrollar los procesos de enseñanza-aprendizaje, que promueven la participación sincrónica entre sujetos que no se encuentran físicamente en el mismo lugar, ni en las mismas coordenadas temporales; alejados y a la vez cercarnos a todos. No han sido ajenas a la educación y desde su inicio se han adaptado para ser usadas como apoyo a las prácticas tradicionales de enseñanza; es evidente entonces, la necesidad en la labor docente del empleo de metodologías y procedimientos tecnológicos que favorezcan el seguir trabajando en la edificación del conocimiento, el área social, la interacción y el pensamiento crítico [1]; permitiendo buscar la información, analizarla, compartirla, editarla y especialmente, aprender a gestionar sus propios programas de aprendizaje así como construir materiales que procuren la adquisición de habilidades y destrezas en los niños con capacidades especiales.

El tema que se planteó, “incidencia en la utilización de las TIC en la calidad de procesos de aprendizajes en niños y niñas sordo silentes, diseño de una plataforma educativa en la escuela Arca GAD Atahualpa, en el periodo 2016”, fue en respuesta a la carencia de un dispositivo para uso de los docentes de esa institución educativa que asisten casos de niñas y niños con capacidades especiales; siendo los maestros protagonistas de base para generar vida de calidad en los estudiantes silentes y pérdida auditiva y por donde apremiaba indagar las carencias y prioridades que cimentaran una propuesta e implementación en contribución a los cambios urgidos; “La educación especial consiste en todos los apoyos y adaptaciones que la niña o niño necesita para realizar sus procesos de desarrollo y aprendizaje” [2].

Con el propósito de hallar una explicación a la desavenencia, el investigador se estableció como objetivo encontrar la repercusión del uso de los recursos tecnológicos en la calidad de los procesos de aprendizajes en la escuela Arca GAD Atahualpa, como una contribución en la potencialización de habilidades y destrezas de estos conocimientos en niñas y niños sordo silentes, en el marco interactivo de un sistema organizado; para el diseño e implementación de un módulo de actividades mediante una plataforma educativa, con tareas y recursos que propicien la calidad de los procesos de aprendizaje y dinamice la atención que recibe el colectivo en edades tempranas, generando una respuesta que impulse fomentar desde la infancia la autonomía de las personas silentes.

La estructura del artículo aborda el entorno de las niñas y niños sordos silentes, la importancia de los docen-

tes y la educación bilingüe, sigue con las bases teóricas en referencia al uso de la tecnología y su implicación en la educación en el contexto donde se desarrolla la investigación, los fundamentos para el diseño de las actividades en los módulos de la plataforma pedagógica como un recurso destacado para fortalecer el desarrollo en los educandos; para explicar luego cómo se empleó la metodología e instrumentos de la investigación, cuáles fueron las variables y como se operacionalizaron; cerrando con los resultados enmarcados en gráficos de los módulos propuestos para la plataforma, conclusiones y recomendaciones.

II. DESARROLLO

A. Las niñas y niños con pérdida auditiva, el docente y la educación bilingüe

Las personas sordas requieren de un soporte y sobre todo, de una atención temprana para que en un determinado momento puedan aumentar las necesarias y suficientes habilidades de comunicación como toda persona sujeta de derecho. Existen muchas diferencias entre una niña o niño con discapacidad auditiva originada en problemas congénitos y aquellos que han perdido el sentido auditivo por otras causas. Algo que si tienen en común, son los pensamientos de los padres y de ellos mismos, que van a influir en sus sentimientos y las actitudes que manifiesten, afectando de manera positiva o negativa la construcción de la personalidad del sujeto con pérdida auditiva silente.

Educar a niños y niñas con discapacidad auditiva implica, como primera tarea, enseñarles a aceptar sus limitaciones auditivas y canalizar sus potencialidades individuales, aprovechando al máximo lo que el medio le ofrece ya que es notorio, en el caso de la deficiencia auditiva, aprovechar esa condición natural del ser humano de formarse con una limitación. En este orden de ideas, las personas sordas requieren de mucho apoyo y sobre todo de una atención temprana para que en un determinado momento puedan desarrollar con normalidad sus habilidades de comunicación. En el caso de la capacidad del sentido de la audición, considerando que la maduración del oído interno exige la adecuada estimulación de los elementos sensibles así como la integridad del oído externo, se conoce que dicho sentido prospera rápidamente desde el nacimiento hasta los dos primeros años de vida conforme se desarrolla físicamente el sistema nervioso del aparato auditivo y su estructura física circundante, ya que luego de este periodo, la capacidad cerebral para desarrollar el lenguaje hablado a partir de la comprensión y procesamiento del sonido disminuye de forma crítica [3].

Los niños sordos silentes y la sociedad deben ejercer prevalencia de sus derechos humanos sin discriminación, orientando los procesos a la igualdad y la calidad de la educación. Por lo expuesto, los niños sordos al nacer, vienen al mundo con las mismas capacidades que dependen en gran medida del accionar de los padres, de los centros de acopio y de la escuela para hacer crecer sus capacidades y habilidades. En este accionar, el docente es de gran importancia para realizar el proceso de inserción y participación educativa en cualquier proyecto que se desarrolle, de ahí la obligatoriedad de recibir una formación inicial y permanente en aspectos evolutivos de la educación. En este transcurso de inclusión educativa, el docente es la pieza clave a través de una profunda convicción de participación de los niños con capacidades especial en este contexto [4]. Trabajar en las aulas con una niña o niño con deficiencia auditiva le exige al profesor efectuar ciertas innovaciones curriculares tanto didácticas como de planificación, determinando el uso de medios alternativos a los tradicionales a fin de cumplir los diferentes objetivos del plan de estudio; atendiendo al niño y niña cuando realiza las diferentes tareas escolares e instalando además en el curso los instrumentos y materiales didácticos que demuestre la inclusión de los educandos. Desde el punto de vista funcional, es necesario tener en cuenta varios parámetros que den respuestas a las necesidades de niñas y niños sordos silentes y su vinculación en el medio escolar [5].

Por otro lado, es pertinente hablar de calidad de procesos de aprendizajes para estos alumnos y hacer referencia al desarrollo de competencias, precisas para su condición, pero que a su vez consientan la aparición de otras vivencias y acciones dentro del aula; es aquí donde los docentes deben saber maniobrar los textos y medios educativos; diseñar los diversos materiales indispensables en la enseñanza e incorporar plataformas educativas como apoyo para la interpretación de los contenidos en la enseñanza. Las acciones educativa por medio de modelos didácticos o también llamados proyectos innovadores para la enseñanza, permiten alcanzar nuevos aprendizajes que avizoran resultados positivos y traen consigo respuestas esperadas que son productos de un conglomerado de acciones, estrategias, recursos y metodologías orientadas a resolver las distintas problemáticas que se presentaren [6].

De igual forma, los gobiernos, como un compromiso con el pueblo, gestionan la enseñanza del idioma de la lengua de signos para todos, alcanzando una mayor comunicación entre las personas que presentan sus capacidades auditivas estándar y aquellas con deficiencias auditivas, “el aprendizaje de las niñas y niños sordos,

se estructura a través del lenguaje de signos” [7], por lo que, medida que pasa el tiempo el lenguaje de señas como un enfoque bilingüe se está volviendo más popular en muchos países del mundo. A medida que pasa el tiempo, esta perspectiva, va obteniendo buenos resultados en los procesos de aprendizajes, porque es compatible con el ambiente de instrucción y comunicación natural del niño y niña silente mediante una base sólida de la lengua.

A nivel global, secundar la labor de los intérpretes del lenguaje de signos en los eventos internacionales, como conferencias, congresos, simposios, eventos y/o acontecimientos deportivos, cumple con disímiles objetivos, uno de ellos es avanzar en la profesión de la interpretación de la lengua de signos en todo el mundo [8], partiendo de lo siguiente:

- *Fomentar la creación de asociaciones nacionales de intérpretes de lengua de signos en los países que no las tienen.

- *Ser una red de apoyo para las asociaciones nacionales existentes de intérpretes de lengua de signos.

- *Compartir información y ser un punto de referencia para interpretar los temas, utilizando las otras formas de acceso internacional en la World Wide Web.

En cuanto al país en sí, la educación se fundamenta en la trilogía entre el que aprende, el que enseña y el que demuestra las habilidades alcanzadas en la sociedad; citada en Ley Orgánica de Educación Intercultural [9], acentuadas en el artículo dos literal “n”, donde se reconoce a la sociedad como una entidad que aprende y enseña y ve a la relación docente educando como un espacio de diálogo social e intercultural de intercambio de aprendizajes y saberes.

En la actualidad no existen políticas públicas específicas para la educación de personas con pérdida auditiva, pues hay muy pocos docentes capacitados para que transmitan los conocimientos a través del lenguaje de señas, afectando a dichos estudiantes e impidiéndoles continuar con sus estudios en las distintas universidades. En Ecuador apenas 1.100 estudiantes sordos asistían a este tipo de educación; es decir, el 3,8% de la población sorda menor de 12 años; según datos establecidos por el Instituto Nacional de Estadística y Censos [10], eran 29.148 estudiantes sordos que recibían estos beneficios para el año 2010.

En el mismo orden de ideas y como parte de las políticas de gobierno, el presente trabajo de investigación se alineó con los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir 2013 -2017; el cual expresa ampliar la oferta y garantizar la gratuidad de la educación pública y generar

mecanismos que fomenten la asistencia, permanencia y culminación de los estudios y la inclusión a niños con capacidades especiales. Generar mecanismos pedagógicos y metodológicos que promuevan la transición de los estudiantes a través con nuevas estrategias en el ámbito de la enseñanza a niñas y niños sordo silentes. Además de armonizar los procesos educativos para la efectiva promoción de los estudiantes al desarrollar módulos para una plataforma educativa que permitirá mejorar los perfiles de salida a niñas y niños sordos silentes. [11]

B.Elementos significativos para la inserción de la tecnología en la escuela Arca GAD Atahualpa

Para conseguir implementar tácticas tecnológicas y métodos que permitan gestionar la información y los procesos de aprendizaje usando como basamento la información previa, y diseñar materiales didácticos dirigidos a niños con capacidades especiales, fue importante identificar las principales causas y consecuencias generadoras del conflicto en la institución educativa donde se llevó a cabo el trabajo de investigación. Estas fueron:

- Poco uso de TIC por parte del docente.
- Baja capacitación del docente para utilizar las plataformas educativas.
- Falta de equipos específicos para la discapacidad auditiva.
- Ausencia de equipos psicopedagógicos de atención temprana.
- Desconocimiento de los beneficios del uso adecuado de las plataformas educativas en el aula de clase.
- Temor a utilizar recursos tecnológicos como vehículo de adquisición de nuevos conocimientos.
- Institución con docentes que educan de forma tradicional y no consienten la innovación.
- Pocas ganas de trabajar e implementar nuevas tecnologías constructivistas en el aula.
- Insuficiente interés y baja interacción en el proceso de enseñanza a través de equipos psicopedagógicos.
- Bajo progreso en la alfabetización digital y auditiva.

En cuanto a la tecnología, las ayudas de Microsoft (microsoft.com), uno de los softwares más divulgados, conocidos y utilizados, de fácil ingreso a la información en lo referente a los distintos tipos de discapacidades, asisten a través de instructivos orientando la comunicación entre los integrantes del seno familiar y la escuela, como parte del proceso [12]. Los manuales ofrecen un listado de las diferentes formas de accesos y vínculos a las guías como también los pasos a seguir que ayudan a la instalación y manejo de los equipos, para luego adap-

tar su uso por parte de los estudiantes con capacidades especiales. Estas guías están diseñadas para las diferentes necesidades especiales:

- Dificultad visual.
- Dificultad auditiva.
- Dificultad de movilidad.
- Dificultad cognitiva y de lenguaje.

Para la elaboración de los módulos se utilizó Edilim, el cual es un programa que posee un diseño substancialmente idóneo para edificar y gestionar comunidades en el mundo educativo del internet. Gracias a su elasticidad, capacidad de adaptación y gran cantidad de módulos adicionales útiles, se torna adecuado para realizar muchos tipos diferentes de web site destinados a la escuela Arca GAD Atahualpa.

Requerimientos mínimos de EDILIM:

El producto final se visualiza en cualquier navegador WEB.

El producto final se basa en la tecnología Flash.

En el 2014 EDILIM estuvo siendo sometido a un proceso de mejora orientado a la tecnología HTML5.

Los requerimientos funcionales de la plataforma educativa se describen así:

- Se publica en cualquier navegador web.
- El acceso a la plataforma educativa fue www.edilim.com
- Durante el proceso de aprendizaje, el docente debía indicar cómo utilizar estos espacios virtuales con sus respectivas indicaciones al padre de familia.

III.METODOLOGÍA

La investigación cuantitativa tiene particularidades que la definen, es disciplinada sin eventos imprevistos, recolecta y examina la data, se evalúa y analiza constantemente, pero sobre todo mide y estima magnitudes, es específica aunque el problema evolucione, además de objetiva [13]. Para evaluar la repercusión de la tecnología y lograr la aplicación de la plataforma educativa para niñas y niños sordo silentes se realizó la investigación bajo el paradigma cuantitativo y el trabajo de campo; recolectando la data a través de entrevistas a docentes y encuestas a los padres de familias de la escuela; e indagando por medio de una investigación bibliográfica-documental que sirvió para detallar las necesidades de los profesores y padres del menor, complementado con información encontrada en la web.

Determinar las actividades en función de la data recogida fue fundamental, pues “el juego simbólico es

una forma muy adecuada de evaluar la capacidad simbólica de los niños sin necesidad de tener en cuenta la presencia del lenguaje” [14]. Iniciando con la operacionalización de aspectos a considerar mediante el análisis de los resultados obtenidos, comprendió un estudio profundo sobre la “Incidencia de la utilización de los recursos tecnológicos en la calidad de los procesos de aprendizaje de niñas y niños sordo silentes. Diseño de una plataforma educativa de la escuela Arca GAD Atahualpa en el periodo 2016”, para la mejora de la calidad en la institución.

En cuanto al desarrollo del diseño educativo dinámico e interactivo, se organizó toda la estructura del contenido de la plataforma en base a los ejercicios disponibles para las aplicaciones de las áreas de lenguaje y matemática. Por medio del diseño interactivo, se determinaron los requerimientos para la organización de los elementos gráficos de la interfaz, así como también, el mapa de navegación dentro de la plataforma.

En la implementación de la plataforma educativa, el sistema LIM es un entorno para la creación de materiales educativos, donde cada archivo se denomina libro y cada actividad, página. Las paginas pueden ser interactivas (sopa de letras, rompecabezas, unir en línea, etc.) o descriptiva.

Esta herramienta permitió:

- Crear aplicaciones educativas.
- Elaborar presentaciones.
- Exponer galerías de imágenes y/ o sonidos.
- Elaborar páginas WEB.
- Producir CD – ROMS interactivos.
- Crear catálogos.
- Presentar información

Desde el punto de vista educativo la plataforma busca mejorar el aprendizaje a través de las TIC en el módulo de actividades con el objetivo de mejorar la calidad de procesos de aprendizajes con estudiantes en las áreas de lenguaje y matemáticas. A estos recursos tecnológi-

cos se les denominó “Plataforma Educativa Arca GAD Atahualpa”, la cual puede ser utilizada por estudiantes y padres de familia de manera autónoma o como parte de actividades complementarias dentro y fuera del curso.

Los trabajos para el aprendizaje en esta propuesta, se organizaron en dos unidades por áreas cada una, con 5 tareas de aprendizaje por unidad. Se realizó el diseño implementando procesos tecnológicos tomando en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales del portal web, con el objetivo de tener una interfaz amigable, con colores, textos e imágenes adecuadas y una navegación sencilla; con el objetivo de ofrecer al estudiante y padre de familia un ambiente favorable para el entrenamiento en el proceso de aprendizaje.

La Plataforma Educativa Arca GAD Atahualpa ayudó a los estudiantes con necesidades especiales en la calidad de los procesos de aprendizajes con las actividades realizadas por el docente con el objetivo que la niña y niño con pérdida auditiva silente pueda desarrollar sus destrezas y habilidades y captar el aprendizaje. Adicionalmente, el padre de familia puede ver el avance de cada actividad de la unidad en uso y la felicitación de motivación correspondiente de forma automática.

La población de la investigación estuvo constituida por: 3 directivos, 10 docentes, 70 estudiantes, 70 padres de familia. Para definir la muestra consideramos un muestreo aleatorio simple “como la técnica de muestreo en la que todos los elementos que forman el universo y que, por lo tanto, están descritos en el marco muestra, tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra.” [15]. Por lo tanto se consideró tomar 35 padres de familias, 3 directivos, 10 docentes y 35 estudiantes de la Institución que presentan un bajo rendimiento en las áreas de lenguaje y matemática; por sus capacidades especiales.

Las Variables que intervienen en la investigación se describen de la siguiente manera: como variable independiente están los recursos tecnológicos y variable dependiente la calidad de procesos de aprendizajes.

Tabla I. Operacionalización de la Variable independiente: Recursos tecnológicos

Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
Un recurso es un medio de cualquier clase que permite satisfacer una necesidad o conseguir aquello que se pretende. La tecnología, por su parte, hace referencia a las teorías y técnicas que posibilitan el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. [16].	Recursos didácticos para sordos	Utilización de los medios tecnológicos Digitalización en los medios tecnológicos	¿Ha utilizado medios tecnológicos en los procesos enseñanza aprendizaje en niños sordos? ¿Conoce de los medios didácticos para la enseñanza de niños sordos? ¿Será fácil maniobrar, digitalizar los medios tecnológicos en niños sordos?
	Windows interactivo para sordos	Internet	¿En calidad de docente, conoce de las páginas web que tienen programas de aprendizaje en niños sordos? ¿La institución educativa cuenta con los medios tecnológicos que se ofrece en la web para niños sordos?
	Microsoft para sordos	Programas office Juegos office	¿Ha trabajado con programas office que ayuden el aprendizaje de niños con discapacidad auditiva? ¿Ha experimentado a través de juegos el aprendizaje de niños y niñas sordos mudos? ¿Los medios de comunicación ofrecen fácil comunicación en las personas con problemas auditivos?
	Medios tecnológicos para sordos	Canales de televisión Documentales Tutorías	¿Los programas que se presentan en los medios de comunicación local facilitan la comunicación en las personas con discapacidad auditiva? ¿Existe en el medio centro de tutorías que faciliten la comunicación con personas con deficiencia auditiva?

Tabla II. Operacionalización de la Variable Dependiente: Calidad en el proceso de aprendizaje

Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
La calidad alude a la sustancia del aprendizaje, a lo que queda en la estructura cognitiva luego del proceso de enseñanza-aprendizaje. Un aprendizaje de calidad es aquel que logra captar lo más importante de los contenidos y retenerlos en la memoria a largo plazo, pues se integran en forma significativa con los conocimientos anteriormente adquiridos. [17].	Ambiente	Espacio físico de aprendizaje Clima organizacional	¿Unos de los factores que favorecen el aprendizaje en niños con discapacidad auditiva es el lugar de trabajo? ¿El clima organizativo de aprendizaje hace del proceso enseñanza aprendizaje significativo en niños sordos? ¿El desarrollo del aprendizaje de niños sordos depende del desarrollo individual del estudiante?
	Trabajos académicos	Individual En equipo Grupal	¿El aprendizaje en equipo donde se involucra docente, padre de familia y estudiante con discapacidad auditiva fortalece el aprendizaje? ¿El trabajo grupal entre alumnos ayuda al aprendizaje en niños sordos?
	Materiales	Material concreto Recursos didácticos Materiales audiovisuales	¿El uso de materiales concreto hace que el aprendizaje sea significativo en niños sordos? ¿Los recursos didácticos facilitan el aprendizaje en niños sordos? ¿Son de ayuda los materiales audiovisuales en el aprendizaje en niños sordos?
	Plataforma educativo	Programas	¿Las plataformas educativas mejoran el aprendizaje en niños y niñas sordos mudos? ¿La aplicación de plataformas educativas fortalece el aprendizaje en niños sordos?

IV. RESULTADOS

En general, los resultados de las encuestas arrojaron los valores esperados. Todos los directivos y profesores determinaron que era importante el uso de la tecnología para la implementación de los módulos por medio de la plataforma propuesta.

En cuanto a los resultados en los padres de familia, el sistema educativo se ajustó a los requerimientos definidos dentro de la propuesta: fue sencilla de usar, contuvo módulos con actividades que ayudaron al desarrollo de destrezas en los estudiantes con capacidades especiales, y sirvió como una herramienta de mejora para la calidad del proceso de aprendizaje. Las actividades y tareas deben ser ejecutadas en conjunto con los estudiantes y representantes para tener un buen rendimiento en las mismas. Sin embargo, se detectó la poca accesibilidad a los espacios virtuales por parte de los padres de familia.

Así mismo, todos los educandos manifestaron que los módulos estuvieron adecuadamente diseñados con colores e imágenes y signos de señas acordes al contenido de los referidos. Hay que resaltar que se logró identificar que el aprendizaje puede ser guiado con entrenamiento y que las TIC son una manera idónea para realizar dicho entrenamiento.

Al procesar y analizar la información, se compiló para llevar todo a tablas y comparar los resultados; a continuación, se presentan algunas tablas con resultados representativos a preguntas desarrolladas en el cuestionario.

Tabla III. ¿Considera usted que a los niños y niñas, sordomudos se les debe dar igualdad de oportunidad en la educación?

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	20	57%
De acuerdo	12	34%
En desacuerdo	2	6%
Totalmente en desacuerdo	1	3%
Total	35	100%

Fuente: Escuela Arca GAD Atahualpa. Elaborado por los autores

Tabla IV. ¿Considera usted que el uso de la plataforma educativa mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje en niñas y niños, sordomudos?

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	17	48%
De acuerdo	15	43%
En desacuerdo	3	9%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	35	100%

Fuente: Escuela Arca GAD Atahualpa. Elaborado por los autores

Tabla V. ¿Considera usted que el padre de familia de la institución debe recibir capacitación de las tics?

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	26	75,71%
De acuerdo	9	24,29%
En desacuerdo	0	0%
Totalmente en desacuerdo	0	0%
Total	35	100%

Fuente: Escuela Arca GAD Atahualpa. Elaborado por los autores

En cuanto a la plataforma educativa, consistió en un árbol de tareas para cada módulo de actividades. Las mismas fueron desarrolladas a partir de ejemplos descritos en los artículos analizados como parte de la tesis, así como recursos encontrados en los libros del Ministerio de Educación. El mismo consistió en ejercicios de entrenamiento cognitivo para la colaboración efectiva entre las actividades y tareas.

Utilizando los recursos tecnológicos para el proceso de aprendizaje, implicando su uso constante por las 20 niñas y 15 niños, para un total de 35 y los respectivos padres de familia, bajo la guía adecuada del docente, se pudo comprobar la mejora del rendimiento académico. A continuación se presenta una tabla comparativa con el progreso que representó el uso de los módulos de la plataforma desarrollada.

Tabla VI. Comparativo: resultados del rendimiento antes y después de usar la plataforma

Categoría	Rendimiento Anterior	Rendimiento Actual
Dominan los aprendizajes requeridos	10 28,60%	15 42,90%
Alcanzan los aprendizajes requeridos	13 37,10%	15 42,90%
Próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos	5 14,30%	3 8,60%
No alcanzan los aprendizajes requeridos	7 20,00%	2 5,70%
Total	35 100 %	35 100 %

Fuente: Escuela Arca GAD Atahualpa. Elaborado por los autores

Los recursos tecnológicos ayudaron a los estudiantes con necesidades especiales, para que accedan con mejor aptitud a los de procesos de aprendizaje a través de las actividades realizadas por el docente, cuyo objetivo fue que la niña y el niño sordo silente pudiesen desarrollar sus destrezas, habilidades y captación del aprendizaje. Luego de escoger las figuras, colores, el tipo de actividad definida para un fin y los mensajes necesarios, se estructuró la información y se siguieron los pasos definidos por EDILIM a fin de permitir el acceso a la plataforma a los docentes, alumnos y familiares. A continuación se presentan algunas de las figuras que conformaron los módulos del área de lenguaje y matemáticas.

Área de Lenguaje.

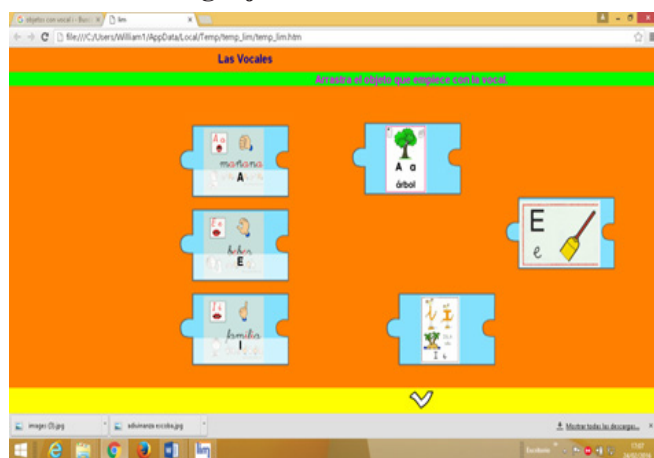


Figura 1. Arrastrar el objeto que empieza con la vocal.

En la figura 1 se van a identificar las vocales. Se puede observar una hilera con las letras A-E-I, en mayúscula y minúscula. En cada cuadro se ve la forma que tiene la boca cuando se pronuncia dicha letra, una palabra que contenga esa letra y la figura de la vocal en el lenguaje de señas. Luego el niño una vez que sabe la letra que se está estudiando, por ejemplo la A, debe identificar el objeto que empieza por esa letra, en este caso el árbol, y arrastrar la figura para unirla con la letra de estudio.

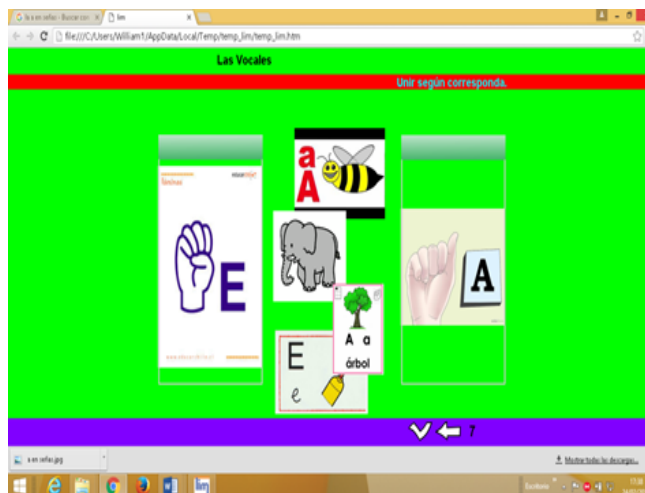


Figura 2. Unir según corresponda

En la figura 2, se busca trabajar con la identificación de las vocales, pero en este formato ya no es un solo objeto a emparejar, ahora son dos; la E, con el elefante y la escoba y la A, con el árbol y la abeja.

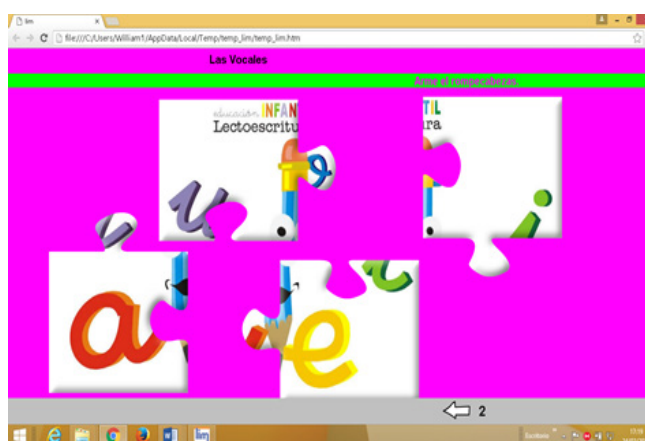


Figura 3. Arme el rompecabezas.

En esta figura se busca que el alumno mueva las piezas y las una; y ya armado el rompecabezas pueda visualizar, reconocer y memorizar las vocales.

Área de Matemáticas



Figura 4. Arrastrar el objeto al número.

En la figura 4 solo aparecen en fila los números 1-2-3 con su respectiva identificación de lengua de señas y al lado derecho, algo desordenado, aparecen imágenes contentivas de diferentes cantidades de objetos. La niña o niño identificará y arrastrará la correcta para unir las.



Figura 5. Arrastrar el texto.

La perspectiva de la figura 5 es que la niña o niño identifique como es la imagen del número y aprenda como se escribe. Ellos deben unir las piezas que correspondan.



Figura 6. Clasificar de acuerdo al número.

En el caso presentado en la figura 6, la niña o niño debe identificar el número y unirlo con la figura correspondiente. Ella o él aprende a identificar y expresarse con el lenguaje de señas.

V.CONCLUSIONES

En términos generales, se lograron los objetivos planteados al iniciar la investigación. Para fomentar la calidad del proceso de aprendizaje, el sistema educativo estableció que todas las actividades y tareas se constituyesen en una herramienta didáctica pedagógica.

Está limitado el proceso de enseñanza aprendizaje para desarrollar actividades y tareas por no contar con un equipo tecnológico para niñas y niños sordo silentes de la escuela Arca-Gad en la parroquia Atahualpa, durante el periodo 2016, dando lugar a procesos de inter-aprendizaje monótonos. Anteriormente existió poca capacitación por parte de los docentes en lo que se refiere al manejo de nuevos modelos de aprendizaje y conocimientos de las TIC, lo cual ha contribuido al estancamiento de la educación.

Las actividades que se impartieron en el sistema educativo se destinaron a fomentar el proceso de aprendizaje y motivar a estudiantes y padres de familia de niños y niñas con capacidades especiales, para que mejoren su rendimiento académico con las actividades y tareas. Ellos en su totalidad, se encontraron mucho más familiarizados con los recursos tecnológicos que fomentaron la calidad de los procesos de aprendizaje, con las actividades y tareas.

En la plataforma educativa, la totalidad de la información obtenida en la metodología de la investigación permitió el descubrimiento y la funcionalidad, como también ayudó al estudiante en su interactuar. Por tal

motivo se consideró la aplicabilidad de la metodología de la plataforma como recurso indispensable en el proceso de aprendizaje para estudiantes con discapacidad auditiva.

El proyecto de investigación con sede de la escuela Arca GAD Atahualpa, en la provincia de Santa Elena cumplió con las adecuaciones básicas y necesarias para la implementación de los módulos con la plataforma educativa para niñas y niños con pérdida auditiva silentes; las actividades producidas en la investigación fueron de tipo psicoeducativas, orientadas a la inclusión social y cimentadas en un marco de respeto al prójimo. Los recursos humanos utilizados fueron los docentes, representantes legales y estudiantes con necesidades especiales. Este proyecto se amparó en un proceso disciplinario de acciones del investigador con el respaldo del personal idóneo responsable de la dirección.

RECONOCIMIENTO

“Arca GAD Atahualpa MIES” agradecimiento a la Unidad Educativa que nos brindó el aporte y ámbito educativo donde se realizó el trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- [1]M. Bautista, A. Martínez and R. Hiracheta, “El uso de material didáctico y las tecnologías de información y comunicación (TIC’s) para mejorar el alcance académico,” *Ciencia y Tecnología*, vol. 14, pp. 183-194, 2014. [Online]. Available: https://www.palermo.edu/ingenieria/pdf2014/14/CyT_14_11.pdf
- [2]E. Sanchez, *Introducción a la educación especial*, España: Editorial Complutense, 2010.
- [3]MED-EL Corporation, “Guía sobre la pérdida auditiva para padres,” USA. [Online]. Available:https://s3.medel.com/pdf/US/bridge/US_23395%2Br1%2B0_ParentsGuide3_Spanish_.pdf
- [4]P. M. Andrade, *Desafíos de la diferencia en la escuela. Guía de orientación para la inclusión de alumnos con necesidades educativas especiales en el aula ordinaria. El desafío de la luz*, España: Editorial Edelvives, pp. 7-63, 2010. [Online]. Available:<http://www2.escuelas-catolicas.es/publicaciones/GRATUITAS/DESAFIOS-DELADIFERENCIAENLAESCUELA.pdf>
- [5]J. Juárez, S. Comboni y F. Garnique. “De la educación especial a la educación inclusiva,” *Argumentos (Méx.)*, vol. 23, no. 62, pp. 41-83, April 2010. [Online]. Available: <http://www.scielo.org.mx/pdf/argu/v23n62/v23n62a3.pdf>
- [6]N. García García, *Orientaciones para la atención educativa de alumnos sordos*, Cuauhtémoc, México: Secretaria de Educación Pública, 2012. [Online]. Available:https://www.academia.edu/10676199/ORIENTACIONES_PARA_LA_ATENCI%C3%93N_EDUCATIVA_DE_ALUMNOS_SORDOS
- [7]Deaf, W. F. (2016, January 25). *Federación Mundial de Personas Sordas*. [Online]. Available: <http://wfdeaf.org/>
- [8]Wasli. (2016, January 12). *World Association of sign language interpreters*. [Online]. Available: <http://wasli.org/Woolfoolk>.
- [9]Asamblea Nacional, “*Ley Orgánica De Educación Intercultural*,” Quito, Ecuador: Ministerio de Educación, 2011.
- [10]Instituto Nacional Estadística y Censos, “*Población menor a 12 años por condición de discapacidad, según provincia, cantón, parroquia y área de empadronamiento*,” Censo de población y vivienda (cpv-2010). [Online]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=discapacidad>
- [11]Plan Nacional de Desarrollo, “*Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017*,” Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. [Online]. Available: <http://ftp.eeq.com.ec/upload/informacionPublica/2013/PLAN-NACIONAL-PARA-EL-BUEN-VIVIR-2013-2017.pdf>
- [12]S. Gento Palacios, *Tratamiento educativo de la diversidad en las dificultades específicas de aprendizaje*, Madrid, España: Librería UNED, 2010. [Online]. Available: <https://kupdf.net/downloadFile/5af42c7fe2b6f5b566e73ea5>
- [13]R. Hernández Sampieri, C. Fernández y M. Baptista, *Metodología de la Investigación*, Sexta Edición. México: Editorial Mc Graw Hill, 2010.
- [14]A. Marchesi, P. Alonso, M. Valmaseda and G. Paniagua, *Desarrollo del lenguaje y del juego simbólico en niños sordos profundos*, Madrid: Ministerio de educación, 1995, pp. 30.
- [15]C. Ochoa. (2015, December 30). *Muestreo probabilístico: Muestreo aleatorio simple*. [Online]. Available:<http://www.netquest.com/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-aleatorio-simple>
- [16]J. Pérez y M. Merino. (2016, March 07). *Definición de recursos tecnológicos*. [Online]. Available: <https://definicion.de/recursos-tecnologicos/>
- [17]H. Fingermann. (2016, February 23). *Calidad del aprendizaje*. [Online]. Available: <https://educacion.laguia2000.com/aprendizaje/calidad-del-aprendizaje>

DISEÑO DE UN PROTOTIPO ROBÓTICO DE MANO Y ANTEBRAZO DIESTRO PARA PRÓTESIS

Vargas Oscar¹., Flor Omar².

oscar3vargas@gmail.com, omar.flor@udla.edu.ec

¹Escuela de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Internacional del Ecuador, Quito, Ecuador.

²Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Ingeniería Industrial, Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0002-3455-5982>

Recibido (02/12/19), Aceptado (13/12/19)

Resumen: En este documento se describe el proceso de diseño de un prototipo de prótesis transradial con cinco grados de libertad, el cual consta de cinco servomotores lineales, dos sensores mioeléctricos y diseño de mano basado en la 2ª parte de la Norma DIN 33 402. Esta prótesis de mano y antebrazo posee semejanza dimensional a una mano y brazo en condiciones normales, además, el movimiento de las falanges de los dedos cumple las proporciones y movilidad similar a los dedos de una mano humana. Para el control del dispositivo se emplea sensores mioeléctricos proporcionando un uso sencillo para el usuario. El diseño desarrollado ha considerado todos los requerimientos de funcionalidad a fin de plantear una alternativa para la recuperación de la movilidad mejorando la calidad de vida del usuario

Palabras Clave: Prótesis transradial, sensor mioeléctrico, brazo robótico, Norma DIN 33 402.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A ROBOTIC HAND AND RIGHT FOREARM PROTOTYPE FOR THE MYOELECTRIC PROSTHESIS

Abstract: This document describes the design process of a prototype transradial prosthesis with five degrees of freedom, which consists of five linear servomotors, two myoelectric sensors and hand design based on the 2nd part of DIN 33 402. This hand and forearm prostheses have dimensional similarity to one hand and arm in normal conditions, in addition, the movement of the phalanges of the fingers meets the proportions and mobility similar to the fingers of a human hand. For the control of the device myoelectric sensors are used providing a simple use for the user. The design developed has considered all the functionality requirements in order to propose an alternative for the recovery of mobility, improving the quality of life of the user.

Keywords: Transradial prosthesis, myoelectric sensor, robotic arm.

I. INTRODUCCIÓN

Estimaciones a nivel mundial determinan que el 30% de las amputaciones en personas, se realizan en miembros superiores, de las cuales el 59% son amputaciones bajo el codo o transradiales, esto es un equivalente a 3 millones de personas amputadas en sus miembros superiores y de las cuales 2,4 millones de amputados viven en países en vías de desarrollo [1]. Amputaciones de este tipo son habitualmente causadas por traumas laborales, accidentes de tránsito, actos violentos, etc.

En el Ecuador alrededor de 500 personas pierden alguna extremidad superior cada año, según datos de Instituto Nacional de Estadísticas y Censo del año 2013 [2]. El alto costo de prótesis robóticas las torna poco accesibles para personas que requieren estos dispositivos. Los mejores desarrollos en este campo presentan prótesis de costos elevados que bordean los veinte mil dólares. En el Ecuador son pocos los desarrollos en prótesis superiores y el costo de fabricación es considerablemente alto dado que múltiples componentes deben importarse.

Lograr una prótesis funcional que compense el movimiento natural de la mano es un trabajo complejo dado el alto número de grados de libertad (20 GDL) que posee la mano humana [3]. Un buen desarrollo en este ámbito procura aumentar la movilidad a partir de un número mínimo de actuadores reduciendo el peso, costo, dimensiones, complejidad de control y tiempo de fabricación.

La pérdida de una mano o brazo dificulta la realización de actividades provocando cambios tanto anatómicos como psicológicos en el afectado. Antes de que un paciente entre en un proceso de adaptación a una prótesis, es importante tratar su parte emocional para una adaptación más efectiva al dispositivo protésico.

A nivel mundial existen estudios antropométricos que describen y definen una normativa de referencia para el desarrollo de prótesis basada en estudios geométricos de la fisonomía del hombre y mujer. El trabajo de Chaurand [4] sobre las dimensiones antropométricas de población latinoamericana permite tener una referencia de las medidas de los dedos y mano de una persona promedio; por motivos de estandarización se toma como base las dimensiones de la mano de la norma alemana DIN 33 402 2° [5].

En la investigación de Dechev et al. [6] se observa un mecanismo con eslabones sólidos que asimila los movimientos reales de los dedos de una mano; este mecanismo resulta una base en el presente proyecto ya que este prototipo debe tener la máxima similitud con los movimientos de los dedos de una mano real. Se tiene referencia de otros tipos de mecanismos que emplean

engranes a lo largo de los dedos [7] los cuales son poco usados debido a su complejidad y peso que añaden al dispositivo; otra opción son mecanismos flexibles con los cuales se elaboran prótesis económicas y muy livianas, estas en la actualidad se encuentran en auge debido a distintos proyectos de Open Hardware los cuales permiten que el paciente fabrique por sí mismo su propia prótesis mediante impresiones 3D, este tipo de prótesis tienen características inferiores en cuanto a fuerza y precisión en comparación con otros mecanismos.

El presente proyecto constituye el diseño y desarrollo de un nuevo prototipo con un costo relativamente económico respecto de prótesis comerciales, que permita devolver un grado de movilidad básico de la mano al usuario y que, mediante sensores mioeléctricos, permitan realizar los movimientos más frecuentes en las actividades cotidianas.

El trabajo está compuesto de cuatro secciones; la segunda consta de un desarrollo descriptivo de los conceptos considerados para este estudio, la tercera expone la metodología y la cuarta muestra los resultados, finalmente se describen las conclusiones de este trabajo.

II. DESARROLLO

Es un dispositivo diseñado para reemplazar una parte faltante del cuerpo o para hacer que una parte del cuerpo trabaje mejor. Los ojos, los brazos, las manos, las piernas o las articulaciones faltantes o enfermas comúnmente son reemplazados por dispositivos protésicos [8].

A. Prótesis mioeléctricas

Sintetizan el mejor aspecto estético, tienen gran fuerza y velocidad de prensión, así como muchas posibilidades de combinación y ampliación. El control mioeléctrico se basa en el concepto de que siempre que un músculo en el cuerpo se contrae o se flexiona, se produce una pequeña señal eléctrica que es creada por la interacción química en el cuerpo. Esta señal es muy pequeña (5 a 20 μV).

El uso de sensores llamados electrodos que entran en contacto con la superficie de la piel permite registrar la señal. Una vez registrada, esta señal se amplifica y es procesada después por un controlador que conmuta los motores encendiéndolos y apagándolos para producir un movimiento en los dedos de la mano, la muñeca o el codo de esta manera se devuelve cierta funcionalidad al miembro perdido mediante la prótesis.

La prótesis de mano más comercializada en la actualidad es I-limb, fabricada por Touch Bionics, permite programar hasta catorce patrones de movimiento me-

dante una aplicación celular, consta de cinco dedos los cuales tienen control proporcional de velocidad y fuerza de agarre, es elaborada en aluminio, su control se realiza mediante dos electrodos los cuales captan señales musculares que se procesan en el controlador [9].

Michelangelo [10] es otro dispositivo protésico, permite ajustar y controlar la fuerza requerida para sujetar un objeto pesado o ligero, está constituida por acero y aluminio de alta resistencia y su exterior es recubierto por elastómero de silicona, se puede programar patrones de cierre mediante un computador y además tiene un control independiente de los dedos debido a que a que se puede conectar sensores directamente a los nervios del usuario, mediante cirugía, por lo que se la considera una prótesis biónica, es fabricada por Ottobock.

Bebionic [11] es una prótesis de mano mioeléctrica, la cual se controla mediante dos sensores que mediante electrodos adquieren señales de los músculos del usuario, tiene cinco dedos con actuadores independiente, catorce formas de sujeción seleccionables, control proporcional de velocidad de apertura cierre, la posición del dedo pulgar es seleccionable manualmente, además posee auto ajuste para evitar que objetos resbalen de la mano, es elaborada por Stepper RS.

B. Esquema de funcionamiento de una prótesis mioeléctrica transradial.

Una prótesis mioeléctrica transradial, empleada tras amputaciones en extremidades superiores en las que se conserva el codo, consta de las partes señaladas en la Figura 1, se necesita una fuente de alimentación que permitirá que todo el sistema eléctrico se energice y pueda funcionar. Se emplean mecanismos de movimiento para cada dedo los cuales mediante actuadores transmiten un movimiento semejante a los de los dedos humanos. Todo esto es programado en un controlador, el cual debe recibir las señales de los distintos sensores y analizar dichas señales para enviar determinada posición a los actuadores. Finalmente el encaje de sujeción es el que permite acoplar la prótesis al brazo de la persona, este debe ser lo suficientemente cómodo y de fácil instalación ya que el usuario solo tiene una mano con la que puede realizar el acople de la prótesis.

Las partes fundamentales que componen una prótesis mioeléctrica se pueden observar en la figura 1 tomada de [10]. Por tanto, se ha considerado para el diseño estos elementos: (1) electrodos, (2) sensores mioeléctricos, (3) Controlador, (4) batería, (5) Encaje, (6) Acople mano – encaje, (7) Estructura de la mano, (8) Mecanismos de transmisión de movimiento de los dedos, (9) dedos, (10) actuadores.

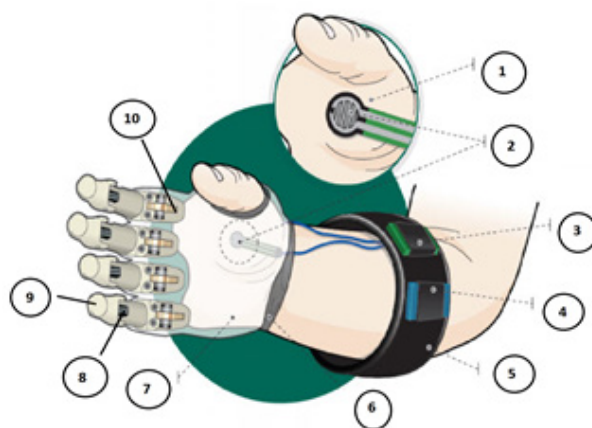


Figura 1. Esquema de prótesis de mano y antebrazo.

C. Diseño mecánico del prototipo de prótesis.

La mano y brazo, como extremidad superior, brindan múltiples funcionalidades y variedad de movimientos para interactuar con el entorno, la complejidad de un diseño más ajustado a la realidad tiene como primera limitante las dimensiones de la mano. Las características técnicas de los actuadores y demás elementos considerarán dimensiones compactas y que permitan movimientos básicos y más comunes que permita una mejor interacción de la prótesis con el entorno. La mano humana se compone de 27 huesos divididos en tres grupos: el carpo, los metacarpianos y las falanges, se conectan a la muñeca a través de la palma. Una mano está dotada de 20 grados de libertad (GDL) [12].

Para el diseño de la mano se toma en consideración las dimensiones de la misma de la segunda parte de la Norma DIN 33 402. Se ha preferido el uso de esta norma alemana dado que en el Ecuador no existe una norma que especifique las dimensiones en cuestión y el estudio de “Dimensiones antropométricas de población latinoamericana” no describe en detalle las dimensiones de las partes de la mano.

D. Diseño del mecanismo de transmisión de movimiento.

En un principio se consideró el trabajo realizado en la Universidad de Toronto, que mediante una secuencia de eslabonamientos se aproxima al movimiento natural de un dedo humano, dado que se considera movimientos básicos relacionados con la motricidad gruesa, el movimiento de la falange distal no se vuelve indispensable el cual es apropiado para movimientos de motricidad fina.

Se considera un actuador que mueve un mecanismo tipo manivela corredera anclado a un mecanismo de cuatro barras que extenderá el movimiento al resto de la cadena cinemática. A continuación se realiza en diseño

de los mecanismos de transmisión de movimientos.

En la Figura 2 se identifican los mecanismos internos de movimiento: (1) mecanismo de cuatro barras “r” y (2) mecanismo manivela-corredera “s”.

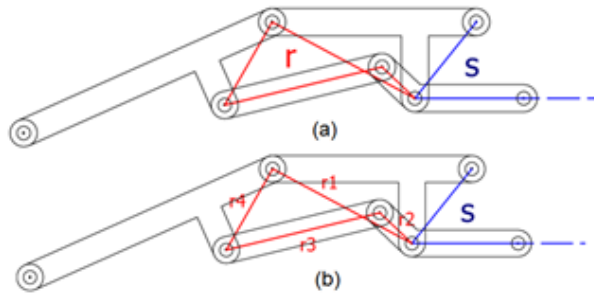


Figura 2. (a) Identificación de los mecanismos del dedo, (b) nomenclatura de las barras del mecanismo.

El esquema de la Figura 2a considera las dos primeras cadenas cinemáticas del mecanismo de Toronto. La Figura 2b identifica cada uno de los componentes del mecanismo de cuatro barras, siendo: (r1) bastidor (anclado al mecanismo manivela corredera “s”), (r2) impulsor, (r3) barra acopladora y (r4) eslabón seguidor.

Se considera la posición inicial de la mano en estado de apertura de los dedos en relajación (posición natural de la mano). Se toma las medidas aproximándolas de forma gráfica a partir de la imagen de la Figura 3, mediante el software de diseño asistido por computadora “Autocad” (versión estudiantil) obteniéndose ángulos de doce grados entre las falanges proximal y medial y falanges medial y distal.



Figura 3. Posición natural de la mano.

Para verificar la movilidad del mecanismo de cuatro barras se emplea la Condición de Grashof, la cual establece que para que exista un movimiento relativo de rotación continua entre dos elementos es necesario que la suma de las longitudes de los eslabones más corto y más largo no supere a la suma de las longitudes de los otros dos [13], de esta manera se garantiza la continuidad del

movimiento del mecanismo de cuatro barras, quedando la relación de los eslabones de la siguiente manera:

$$r_l + r_s \leq r_p + r_q \tag{1}$$

Donde: (r_l) es el eslabón más largo, (r_s) el eslabón más corto (r_p) y (r_q) los eslabones restantes. Verificada la condición de Grashof, no habrán puntos de discontinuidad en la movilidad. La Figura 4 muestra los nombres de los eslabones y ángulos respectivos para el análisis.

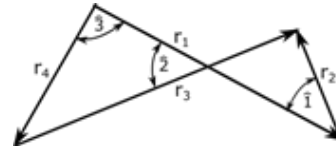


Figura 4. Elementos del mecanismo de 4 barras

Para el análisis se ha considerado la ecuación de lazo vectorial para un mecanismo de cuatro barras [14].

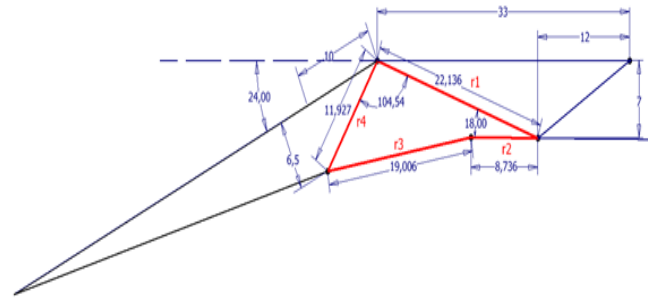


Figura 5. Dimensiones de los eslabones del mecanismo del dedo

Con las dimensiones r2 y r3, se grafica el mecanismo empleando el software Autodesk Inventor 2017 versión estudiantil, como se aprecia en la figura 5, previamente se ha diseñado las falanges de los dedos ya que el mecanismo debe adaptarse a dichas falanges y no viceversa para de esta manera cumplir de que los dedos tengan las dimensiones especificadas en la norma DIN 33 402 2° parte.

E.Resistencia de componentes móviles del mecanismo

Se realiza un análisis de esfuerzos para comprobar que las barras de los mecanismos soportarán las cargas. Primero se realiza el diagrama de cuerpo libre del mecanismo con las fuerzas y reacciones que actúan en este, además las distancias (en milímetros) a las que se encuentran los ejes de rotación donde actúan las fuerzas y reacciones, esto se observa en la figura 6.

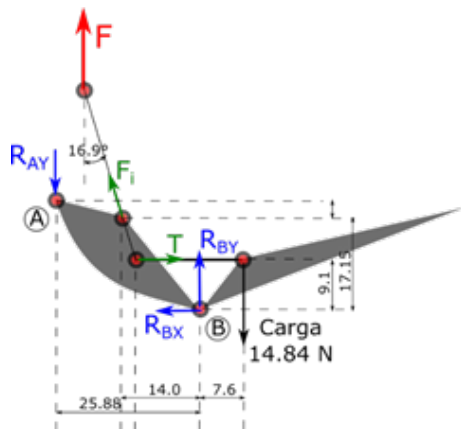


Figura 6. Diagrama de cuerpo libre del mecanismo de movimiento del dedo.

En las especificaciones se tiene que la mano debe tener una fuerza de agarre de 44,5 N, la cual se considera que es cuando la mano realiza un agarre de gancho (por ejemplo al sujetar una cartera) se considera además que soporta esta carga en mínimo tres dedos por lo que la carga por dedo sería de 14,84 N como se puede apreciar en la figura 6, y a continuación se procede a resolver las reacciones que se generan en los distintos puntos de apoyo.

Se simplifica el diagrama de la Figura 7 realizando la sumatoria de momentos en el punto B para de esa manera encontrar la reacción (T), obteniendo $T=12,39N$. Se procede a encontrar la fuerza (F) que es la que debe soportar el actuador.

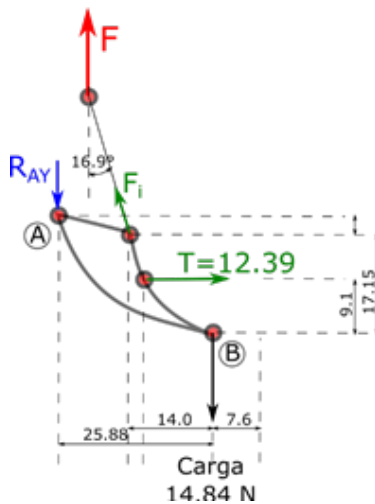


Figura 7. Diagrama de cuerpo libre simplificado del mecanismo.

Para encontrar las reacciones necesarias se realiza la sumatoria de fuerzas en X, Y y momentos en el punto

B, se hace un análisis estático según el diagrama de la figura 7, obteniéndose una fuerza $F=41,3 N$ y una reacción $R_{Ay}=18,54 N$

El eslabón medial y proximal están sometidos a tensión además se tiene las fuerzas resultantes que actúan sobre estos en T y F, con lo que se determina el esfuerzo aplicado en estas barras, además se debe considerar que cruza un eje por la mitad de la sección con un diámetro (d). Los eslabones están sometidos a tensión cuando se aplica la carga por lo que se usa la nomenclatura de la figura 8 en posteriores análisis.

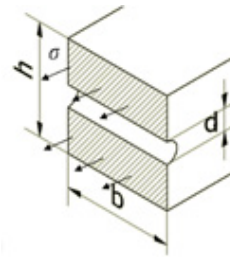


Figura 8. Esfuerzo a tensión en barra del mecanismo.

Para el eslabón proximal se considera una $b=2mm$, $h=5,5mm$ y $d=3mm$, el esfuerzo a tensión del eslabón proximal será $\sigma_1=8,2 MPa$. Para el eslabón medial se considera una $b=2mm$, $h=6mm$ y $d=2mm$ y su esfuerzo a tensión es $\sigma_2=1,5 MPa$. Como se puede apreciar en los cálculos de esfuerzos en los eslabones, se tiene un esfuerzo muy por debajo de la resistencia de 460 Mpa, del acero inoxidable AISI 304. Además, los ejes que atraviesan este eslabón, están sometidos a cortante cuyo diámetro es de 2mm, se calcula el esfuerzo a cortante (τ) en los ejes que atraviesan el eslabón proximal y medial siendo τ_1 el esfuerzo a cortante del eslabón proximal e igual a 5,84 MPa, y τ_2 esfuerzo a cortante del eslabón medial con un valor de 3,94 MPa.

Dado los valores reducidos de esfuerzo tanto a tensión como cortante, no amerita la consideración de factores de seguridad.

F-Cinemática del prototipo

Se usan las unidades de ángulos en radianes y distancias en metros para emplear la representación de Denavit-Hartenberg en el software MATLAB a fin de evidenciar la movilidad del dedo índice.

Para graficar la cinemática de un dedo se emplea la función “plotbot” de la librería HEMERO (Herramienta MATLAB-Simulink para la Enseñanza de la Robótica) la cual se emplea para robots manipuladores y está desarrollada para Matlab [15]. La figura 9, presenta el movimiento del dedo medio del prototipo.

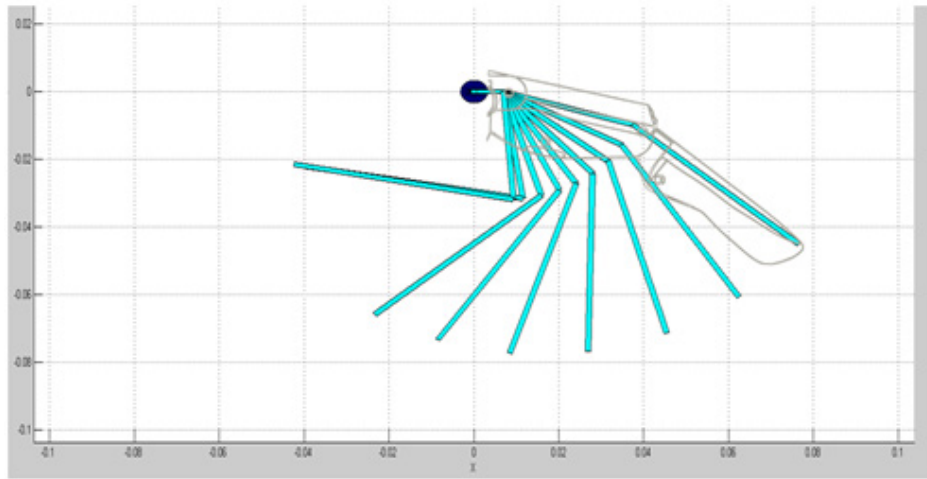


Figura 9. Representación de la cinemática del dedo medio.

G.Simulaciones del prototipo

El prototipo se diseña en AUTODESK INVENTOR (versión estudiantil 2017) el cual es un software CAD 3D cuyas características lo hacen apto para realizar diseños de ingeniería.

Primero se diseña el prototipo en 3D lo cual ayuda a corregir contactos no deseados, además de visualizar todo el conjunto ensamblado para así tomar decisiones de ubicación de componentes sin que exista conflicto entre estos. La figura 10 muestra el prototipo ensamblado con todos sus elementos mecánicos y placa de control.

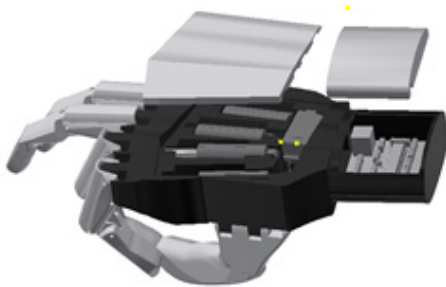
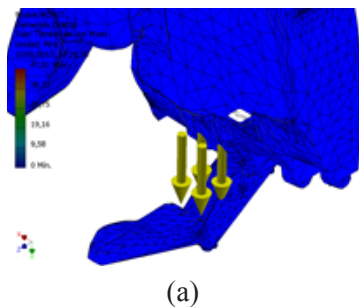
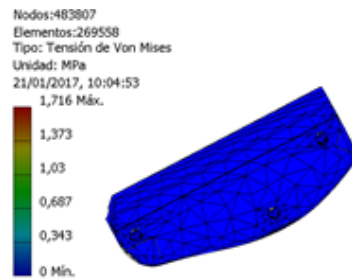


Figura 10. Diseño de prototipo de prótesis.

Se simula el dedo medio del prototipo que soporta un tercio de la carga para corroborar los cálculos, esto se aprecia en la figura 11.



(a)



(b)

Figura 11 (a)Aplicación de carga del dedo medio del prototipo. (b)Simulación de esfuerzos en falange proximal.

Debido a que en la figura anterior no se puede apreciar en su totalidad los esfuerzos que soportan las distintas piezas, se simula independientemente las partes del prototipo para observar de mejor manera. En la figura 11b se aprecia la falange proximal con sus respectivos esfuerzos.

En la figura 11b se muestra la falange medial – distal, como se puede observar en la escala de colores, y considerando el material PLA, el esfuerzo al que está sometido no es mayor a 2MPa, lo que permite asegurarse que la pieza soporta perfectamente la carga de 14.84 N para el dedo medio y por tanto la misma carga para los dedos índice y anular entre los cuales distribuye el peso total, al cargar un objeto como una maleta.

H.Hardware de control

Como hardware de control se ha implementado un circuito impreso diseñado acorde a las dimensiones disponibles en el prototipo como se aprecia en la Figura 18. Se ha considerado como procesador del sistema un ATMEGA 8 debido a sus prestaciones y disponibilidad

local. En la placa de control se tiene una protección mediante fusible a sobrecargas, se consideran dos entradas de señal de los sensores mioeléctricos y cinco salidas de señal para el control de los servomotores lineales.

La adquisición de señales musculares del usuario se realiza mediante electrodos EMG los cuales están conectados a sensores mioeléctricos, los cuales filtran, amplifican y rectifican dichas señales las cuales son muy pequeñas (5 a 20 micro voltios) por lo que se ven afectadas por ruido ambiental [16,17]. Se usan los sensores comerciales Myoware debido a que tienen una señal de salida que va acorde al voltaje de alimentación (0 a 5 voltios) el cual es proporcional a la tensión generada en el músculo en el cual se está trabajando.

El sensado mioeléctrico se enfoca en la detección de la intención de movimiento del usuario basado en señales mioeléctricas de superficie (SME). La SME es una manifestación eléctrica producida por la activación neuromuscular, asociada a la flexión o extensión muscular. La señal producida representa la corriente generada por el flujo iónico a través de la membrana de fibras musculares, que fluyen a través de los tejidos hasta alcanzar la superficie de detección donde se encuentra localizado un electrodo sobre la piel que protege a determinado músculo. Personas con amputaciones generan señales mioeléctricas con patrones repetibles, que gradualmente varían por niveles de contracción muscular estática o dinámica, dichos patrones se pueden emplear en sistemas de control mioeléctricos para el control de dispositivos prostéticos mioeléctricos [18].

III. CONCLUSIONES

•Mediante la aplicación del mecanismo de cuatro barras y el eslabonamiento de Toronto se ha logrado un cierre completo y además un movimiento muy similar al de la mano humana. La facilidad de acople de la mano al antebrazo se debe adaptar a la geometría individual del paciente. El diseño electrónico es modular para distribuir convenientemente los componentes del sistema. La batería y los sensores, se consideran libres para su posterior adaptación. La parte de control se ubica en el cuerpo de la mano y los actuadores dentro de la palma de la mano. Esta distribución permite la optimización del espacio y lograr las dimensiones de la mano.

•El tiempo de duración de la batería que se incorpora deberá considerarse de 8,5 horas lo cual es suficiente para el uso en una jornada laboral. La carga de la batería es un factor importante y depende del uso variable de la prótesis y sus operaciones. El dispositivo produce un ruido de 48dB generado por los actuadores empleados, lo cual está por debajo de los 55dB que es el rango de bienestar auditivo.

•El diseño ha considerado material PLA empleado en impresoras por deposición de material fundido, por tanto, se puede reproducir mediante el uso de esta tecnología. EL diseño al lograr dimensiones ajustadas a la realidad proporciona un aspecto agradable siempre que se proteja con un guante a fin de protegerlo del polvo, humedad y elementos extraños al prototipo.

REFERENCIAS

- [1]M. LeBlanc, «"Give Hope - Give a Hand" - The LN-4 Prosthetic Hand,» 2008. [En línea]. Available: <https://web.stanford.edu/class/engr110/2011/LeBlanc-03a.pdf>.
- [2]INEC, «Estadísticas de camas y egresos hospitalarios,» [En línea]. Available: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-de-camas-y-egresos-hospitalarios-bases-de-datos/>. [Último acceso: 13 Febrero 2017].
- [3]G. L. Taylor y R. J. Schwart, «Artificial Limbs,» de *The Anatomy and Mechanics of the Human Hand*, vol. 2, 1955, pp. 22-35.
- [4]R. Chaurand, L. Prado y E. González, *Dimensiones Antropométricas de población latinoamericana*, 2da ed., Guadalajara: Universidad de Guadalajara, 2007.
- [5]J. Melo, *Ergonomía Práctica*, Buenos Aires: Fundación MAPFRE, 2009.
- [6]N. Dechev, W. Cleghorn y S. Naumann, *Multi-Segmented Finger Design of an Experimental Prosthetic Hand*, Toronto: University of Toronto, 1999.
- [7]T. Campos, «Xataka México,» 26 Agosto 2015. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/ciencia/estudiantes-de-la-unam-desarrollan-protesis-de-de-do-que-genera-fuerza-y-movimiento>. [Último acceso: Agosto 25 2016].
- [8]University of Maryland Medical, «Prótesis,» 21 Enero 2013. [En línea]. Available: <http://umm.edu/health/medical/spanishency/articles/protesis#ixzz3K0cU1r3P>.
- [9]Touch Bionics, «i-limb ultra,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.touchbionics.com/products/active-prostheses/i-limb-ultra/coverings>.
- [10]2020. [Online]. Available: <http://Michelangelo-prosthetic-hand/>. [Accessed: 06- Jan- 2020]. <https://www.ottobockus.com/prosthetics/upper-limb-prosthetics/solution-overview/michelangelo-prosthetic-hand/>
- [11]"bebionic hand", Ottobock, 2019. [Online]. Available: <https://www.ottobockus.com/prosthetics/upper-limb-prosthetics/solution-overview/bebionic-hand/>. [Accessed: 05- Jan- 2020].
- [12]L. Heisnam and B. Suthar, "20 DOF robotic hand for tele-operation: — Design, simulation, control and accuracy test with leap motion," 2016 International Conference on Robotics and Automation for Humanitarian Applications (RAHA), Kollam, 2016, pp. 1-5.

- [13]Á. d. I. Mecánica, «Ley de Grasoff,» Universidad de Oviedo, 2006. [En línea]. Available: <https://www.unioviedo.es/DCIF/IMecanica/GestionCortizo/Metodologia/conceptos%20de%20mecanica/Glosario%20de%20terminos/cuadrilateroArticulado3.htm>. [Último acceso: 22 Mayo 2017].
- [14]R. Norton, Diseño de Maquinaria, 4ta ed., México D.F.: McGraw-Hill, 2009.
- [15]A. Ollero Baturone, ROBÓTICA de Manipuladores y robots móviles, Barcelona: Marcombo, 2001.
- [16]C. J. d. Luca, «Electromyography,» de Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation, John Wiley & Sons, 2006.
- [17]M. A. Oskoei y H. Hu, «Myoelectric control systems,» de Biomedical Signal Processing and Control, vol. 2, Elsevier, 2007, pp. 275-294.
- [18]N. Dechev, W. Cleghorn y S. Naumann, Multi-Segmented Finger Design of an Experimental Prosthetic Hand, Toronto: University of Toronto, 1999.

BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS DE HIERRO (Fe₃O₄) EN LA REMEDIACIÓN DE AGUAS CONTAMINADAS

Marcel Oswaldo Méndez Mantuano¹, Keyla Ximena Boderó Jiménez¹, Soraya Francisca Alvarado Fiallo¹, Ángel Raúl Huayamave Rosado⁺, Darwin Vicente Apolo Robles¹

¹ Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre, ciudad de Daule, Ecuador.

marcelxc6768@hotmail.com (<https://orcid.org/0000-0001-7451-8994>)

keylaboderoj@gmail.com

lupy_22_sory@hotmail.es

angelhuayamave10@hotmail.com

dar_apolo@hotmail.com

Recibido (02/12/19), Aceptado (18/12/19)

Resumen: En este documento se describe el proceso de diseño de un prototipo de prótesis transradial con cinco grados de libertad, el cual consta de cinco servomotores lineales, dos sensores mioeléctricos y diseño de mano basado en la 2ª parte de la Norma DIN 33 402. Esta prótesis de mano y antebrazo posee semejanza dimensional a una mano y brazo en condiciones normales, además, el movimiento de las falanges de los dedos cumple las proporciones y movilidad similar a los dedos de una mano humana. Para el control del dispositivo se emplea sensores mioeléctricos proporcionando un uso sencillo para el usuario. El diseño desarrollado ha considerado todos los requerimientos de funcionalidad a fin de plantear una alternativa para la recuperación de la movilidad mejorando la calidad de vida del usuario. En los próximos años será de mucha relevancia el diseño de nuevas tecnologías que contribuyan en la reducción de contaminantes, ya que la humanidad surge a través de nuevas pesquisas sociales, económicas y ambientales, que buscan el crecimiento económico, orientado al bienestar social, pero sin alterar significativamente el medio ambiente y los ecosistemas. Aquí es donde toma importancia campos científicos como la nanotecnología, la misma que manipula materiales a escalas nanométricas, con el objetivo de que estos realicen funciones especializadas y definitivas en un determinado medio o lugar. Dado que en la actualidad, existe un mayor índice de contaminación de los medios acuosos, es de imperiosa necesidad buscar alternativas verdes que contribuyan a disminuir o inactivar los compuestos nocivos, los mismos que proceden de procesos industriales previos, es decir, son el precio de la industrialización de nuestros sistemas productivos en la época moderna. El presente trabajo de investigación es de carácter bibliográfico, en donde se detalla el proceso de síntesis y de biosíntesis de las nanopartículas de hierro (Fe₃O₄), las cuales hipotéticamente ayudan en la reducción de elementos nocivos en el agua. Este apartado contribuye en la exploración en este nuevo campo científico, para que otros investigadores pueden basarse en estos postulados, y obtener premisas que aporten sustancialmente al desarrollo de nanomoléculas estables, que eliminen compuestos no deseados, y probablemente otros se sientan desafiados a desarrollar teorías físicas que expliquen el comportamiento de estas nanopartículas.

Palabras Clave: Aguas contaminadas, biosíntesis, magnetita, nanopartículas de hierro, nanotecnología.

BIOSYNTHESIS OF IRON NANOPARTICLES (Fe₃O₄) IN THE REMEDIATION OF POLLUTED WATERS

Abstract: This document describes the design process of a prototype of a transradial prosthesis with five degrees of freedom, which consists of five linear servomotors, two myoelectric sensors and hand design based on the 2nd part of DIN 33 402. This hand and forearm prosthesis has dimensional similarity to a hand and arm under normal conditions, in addition, the movement of the phalanges of the fingers meets the proportions and mobility similar to the fingers of a human hand. The device is used to control Myoelectric sensors providing simple use for the user. The developed design has considered all functionality requirements in order to propose an alternative for mobility recovery improving the quality of life of the user. In the coming years the design of new ones will be very relevant technologies that contribute to the reduction of pollutants, since humanity furrows through new social, economic and environmental research, seeking economic growth, oriented to social welfare, but without significantly altering the environment and ecosystems. This is where fields take importance scientists such as nanotechnology, the same that manipulates materials at nanometric scales, with the objective that these perform specialized and definitive functions in a certain medium or place. Since in the Currently, there is a higher rate of contamination of aqueous media, it is imperative to seek green alternatives that contribute to diminish or inactivate harmful compounds, the same ones that proceed of previous industrial processes, that is, they are the price of the industrialization of our production systems. In the modern era. This research work is bibliographic in nature, where the synthesis process and biosynthesis of iron nanoparticles (Fe₃O₄), which hypothetically help in the reduction of harmful elements in water. This section contributes to the exploration in this new field scientific, so that other researchers can rely on these postulates, and obtain premises that contribute substantially to the development of stable nanomolecules, which eliminate unwanted compounds, and probably others feel challenged to develop physical theories that explain the behavior of these nanoparticles.

Keywords: Contaminated water, biosynthesis, magnetite, iron nanoparticles, nanotechnology.

I. INTRODUCCIÓN

El premio Nobel de Física Richard Feynman [1], fue el primero en vislumbrar la posibilidad de la manipulación de “átomo por átomo” (en el célebre discurso realizado en CALTECH), con el objetivo de manipular la materia a nivel atómico, y de comprender de mejor forma las leyes físicas que rigen al universo. Esta novedosa idea abrió nuevas fronteras del pensamiento, demostrándose en la actualidad que dichas hipótesis eran correctas, por estas razones se le considera a Feynman el padre de la nanotecnología moderna. Sin embargo, el mismo físico expresaba los límites tecnológicos existentes en esa época, para permitir el desarrollo de estas prometedoras técnicas, dado que no existían equipos especializados que acompañen las teorías que se estaban desplegando [1], [2].

Con estos postulados, en el año 1974 el investigador de la Universidad de Tokio, Norio Taniguchi, acuñó el término “Nanotecnología”, para referirse al estudio de las moléculas en tamaños extremadamente pequeños. No obstante, los aportes significativos vinieron acompañados con la invención del Microscopio de Túnel de Barrido (Scanning Tunneling Microscope o STM), diseñado por la empresa IBM en el año de 1981; el cual permitió ver las estructuras atómicas para posteriormente agruparlas de una manera específica [2], [3].

La era dorada de la nanotecnología comenzó en la década de los 80, cuando Kroto, Smalley y Curl descubrieron los fullerenos, posteriormente Eric Drexler del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), utilizando las ideas derivadas de Feynman y el término de Taniguchi, titula su libro “Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology” en 1986, donde Drexler propuso la idea de un “ensamblador” a nanoescala que podría construir una copia de sí mismo y de otros elementos de complejidad arbitraria. La visión de Drexler de la nanotecnología a menudo se denomina “nanotecnología molecular”. La ciencia de la nanotecnología avanzó aún más cuando el japonés Iijima (1991), desarrolló los nanotubos de carbono [4].

La nanotecnología es el estudio, síntesis, desarrollo y aplicación de sistemas o estructuras a escala denominadas como nanométricas. La síntesis de los nanomateriales es un campo que se está explorando en la actualidad, y que despierta interés entre los investigadores a nivel mundial, ya que gradualmente, se van descubriendo que a estas escalas de tamaño, una amplia variedad de materiales mejoran algunas de sus propiedades físicas, adicionalmente estos materiales pueden llegar a adquirir características innovadoras y presentar nuevas aplicaciones [5].

La nanotecnología (deriva del griego *nanno* que sig-

nifica enano) es el control de la materia a escalas de entre 1 y 100 nanómetros (nm). Es la posibilidad de manejar los objetos a escala molecular, atómica y subatómica, lo que ayudaría al desarrollo de la tecnología en campos pocos explorados hasta la actualidad. Entre sus campos de aplicación se incluyen: medioambiente, exploración espacial, tecnologías de la comunicación e informática, sector energético, textil, construcción, arquitectura, agricultura, ganadería, electrónica, cosmética, industria militar, automovilística, seguridad personal y vial, higiene y salud pública, deportes, espionaje y reducción de la brecha digital, entre otras [6].

La nanotecnología es un área que agrupa a varias disciplinas, como biología, química y física, la misma que diseña nuevos materiales (clúster, nanopartículas, nanovarillas, nanocables, nanotubos) a tamaños extremadamente pequeños. Estos materiales sintéticos presentan diferentes propiedades físico-químicas, las cuales son significativamente diferentes a las propiedades en tamaños macrométricos. Es por ello, que desde la década de los 90, existe un marcado interés en estudiar las aplicaciones potenciales en ámbitos como la medicina o la ingeniería de materiales [7].

Se denomina nanopartícula a todo elemento microscópico que posea una dimensión menor a 100 nm, también se suele designar como nanopolvos, nanoracimos, o nanocristales. En la actualidad, existen amplias investigaciones sobre el análisis que presentan estas estructuras, con el objetivo de encontrar aplicaciones funcionales en campos como la biomedicina, electrónica, y agricultura [8].

Las nanopartículas están clasificadas por su diámetro, y son: nanopartículas gruesas, las cuales están entre un rango de 10000 a 2500 nm; nanopartículas finas, con un diámetro aproximado de 2500 a 100 nm; y las nanopartículas, con un diámetro comprendido entre 100 a 1 nm. Estas micropartículas pueden estar dispersas ya sea en medios sólidos, líquidos o gases [9]. Las nanopartículas tienen dimensiones entre 1 y 100 nm, poseen tamaños a nivel de pequeñas proteínas, de virus, y de moléculas orgánicas e inorgánicas elementales. Estos imperceptibles tamaños (a nivel humano), consienten la interacción celular y molecular de las estructuras nanométricas, de ahí la importancia en la aplicabilidad con ramas científicas afines a la biología, las cuales buscan la interrelación submolecular (casi atómico). Este término engloba diversos nanoobjetos: dendrímeros (moléculas poliméricas, versátiles y tridimensionales de síntesis química), quantum dots o punto cuántico (nanoestructura semiconductor que confina el movimiento en las tres direcciones espaciales de los electrones en la banda de conducción y los huecos de la banda de

valencia o excitones), nanotubos de carbono (estructuras tubulares cilíndricas, cuyo diámetro es del tamaño del nanómetro), nanopartículas de sílice (ordenamiento molecular a base del sílice), nanopartículas magnéticas (molécula de la magnetita) y todo tipo de nanopartículas de metales de transición [7], [10], [11], [12].

Por otro lado, la ONU en el 2016, estimó que en el 2025 el 50 % de la población mundial vivirá en áreas con estrés hídrico, en el 2015 únicamente el 20 % de las aguas residuales en el mundo se trataban de manera adecuada. En los países en desarrollo, aproximadamente el 70 % de las aguas residuales provenientes de los procesos industriales, son descargadas sin los tratamientos adecuados de purificación. En la actualidad, no existe la suficiente infraestructura para darle un correcto manejo a estas aguas residuales, sin embargo, la demanda de aguas de alta calidad va en constante aumento en los países desarrollados y en vías de desarrollo. Por lo tanto, las nuevas tecnologías para los tratamientos de aguas, presentan ser una alternativa con alta eficiencia y bajo costo, además, son requeridas con notable urgencia [13].

Existe un acelerado crecimiento poblacional, esto se traduce en una mayor demanda de los recursos disponibles, entre ellos el agua; esta situación insta al desarrollo de medidas que ayuden a recuperar afluentes y darles un uso sustentable y sostenible para la vida terrestre [14]. La conservación de las fuentes hídricas es una prioridad mundialmente reconocida, con el crecimiento demográfico actual y la demanda de este recurso en aumento, es indispensable crear diferentes estrategias que garanticen su disponibilidad. Diversos tratamientos físicos, químicos y biológicos han sido desarrollados a lo largo de los años, con el fin de ajustar las propiedades del agua a ciertos estándares preestablecidos, ya sea para su consumo o para su reintegración a los ecosistemas.

Entre los principales ejes causantes de la contaminación que se pueden identificar están: la industria, la minería y la extracción de combustibles fósiles; ya que estos causan la acumulación de metales pesados y otros contaminantes en el medio ambiente, principalmente en el suelo y el agua. En este último factor, se sabe que la eliminación de contaminantes en el agua, se ha llevado a cabo mediante técnicas tales como precipitación, oxidación-reducción, separación sólido-líquido, procesos de intercambio iónico, etc. Estas tecnologías muestran una alta eficiencia para altas concentraciones de contaminantes; sin embargo, estas técnicas no son eficaces para la eliminación de especies contaminantes a niveles de trazas, por lo que se han desarrollado métodos de bajo costo para eliminarlos, como la adsorción o el método de Fenton [15]

Numerosos estudios han demostrado que los nanomateriales derivados de la nanotecnología tienen gran capacidad y potencial en el tratamiento de las aguas contaminadas o residuales, en particular, en el área de la adsorción [16], de aplicación de membrana [17], oxidación catalítica [18], desinfección y detección [19]. Una de las nanotecnologías disponibles comercialmente, son las nanopartículas de hierro cero valentes, las cuales son aplicadas mediante la inyección de las nanopartículas en las aguas subterráneas [20], [21].

Otro factor considerable, es que el costo de los nanomateriales está disminuyendo, y se han vuelto considerablemente competitivos para el tratamiento de aguas contaminadas. Las nanopartículas magnéticas, ofrecen posibilidades atractivas en biotecnología para tratar aguas contaminadas por metales pesados. Entre los factores que se destacan para suponer que pueden mitigar el problema en el agua están los siguientes:

- Tienen tamaños que los colocan en dimensiones comparables a las de un virus (20-500 nm), una proteína (5-50 nm) o un gen (2 nm de ancho y 10-100 nm de largo) permitiendo la movilidad en los sistemas acuosos

- Las nanopartículas son magnéticas, lo que significa que obedecen la ley de Coulomb, y pueden ser manipuladas por un gradiente de campo magnético externo, esto permite una fácil manipulación de las partículas en el agua

- Las nanopartículas tienen una gran superficie específica, la misma que puede modificarse adecuadamente, para unir agentes orgánicos e inorgánicos, lo que ayuda a una “inactivación” de esos compuestos peligrosos, ya que los encapsula bajo su estructura y los hace inertes

Los métodos tradicionales para la obtención de las nanopartículas metálicas, consisten en la reacción de una sal o complejo del metal en disolución, con un reductor como el borohidruro sódico (NaBH₄), el amoníaco (NH₃) u otros complejos inorgánicos, en presencia de algún agente estabilizante o dispersante (polímero, coloide, surfactante o agente complejante), que evite la aglomeración del metal [5].

El proceso de síntesis de nanopartículas es muy complejo y en la mayoría de los casos tiene un alto consumo de reactivos químicos, los mismos que al ser compuestos inorgánicos, son potencialmente dañinos al ambiente. Una alternativa para minimizar el uso de reductores inorgánicos, está la biosíntesis (o síntesis verde) de las nanopartículas, que consiste en el uso de compuestos de origen vegetal, con un alto poder antioxidante como polifenoles, azúcares reducidos, bases nitrogenadas y aminoácidos; que son capaces de reducir cationes en una disolución de sales metálicas [15].

Al reducirse los iones metálicos, se forman los cen-

tros de nucleación, los mismos que secuestran otros iones metálicos libres y también incorporan lugares vecinos de nucleación, que en algunos casos permiten la formación de las nanopartículas; adicionalmente la biosíntesis otorga la posibilidad de controlar el tamaño de las nanopartículas que se formen, con solo alterar la concentración de los extractos vegetales [22].

Dado estos antecedentes, nace la necesidad de establecer nuevos protocolos, que sean menos contaminantes y que muestren ser una alternativa para la síntesis de elementos que ayuden a la descontaminación del agua; es por ello, que el presente trabajo de investigación, aborda la posibilidad de usar nanopartículas magnéticas de óxido de hierro (obtenidas a través de biosíntesis), para eliminar o neutralizar compuestos contaminantes presentes en un sistema acuoso.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación aborda cuestiones hipotéticas (principalmente en la fundamentación teórica) que no han sido comprobadas en su totalidad (carácter exploratorio), es decir, se realiza un acercamiento conceptual de las actuales hipótesis que explican el comportamiento de la materia a nivel cuántico (sub atómico). El objetivo de estas aproximaciones, es que otros investigadores analicen y discutan los postulados mostrados, y así tener resultados próximos que aporten de manera significativa a las nuevas conjeturas que se desarrollan en la física teórica y en el área ambiental.

Las investigaciones de tipo descriptiva, consisten en la determinación de un fenómeno, con el fin de establecer su estructura o conducta (sin llegar a las pesquisas que lo originan). Por ello, entre los objetivos planteados en esta investigación están: analizar los conceptos más relevantes de la nanotecnología con especial énfasis en las características de las nanopartículas de hierro (magnetita), detallar los principales protocolos para la síntesis y la biosíntesis de las nanopartículas de hierro, y determinar como la biosíntesis representa una opción ambientalmente amigable para eliminar compuestos contaminantes en el agua.

III. DESARROLLO

3.1. Característica de las nanopartículas de hierro (magnetita)

En la actualidad existen dos combinaciones atómicas que son consideradas como nanopartículas de hierro, y se trata de la magnetita (Fe₃O₄), como de maghemita (γ-Fe₂O₃). Mineralógicamente la magnetita es una mena (mineral del que se puede extraer un elemento, un metal generalmente) común de hierro, estas conformaciones

poseen 25 % de hierro en forma de magnetita [23].

La magnetita Fe₃O₄ (o también FeFe₂O₄), es un óxido de hierro, donde el 27,6 % de los átomos corresponden al elemento oxígeno (O) y el 72,4 % pertenecen a átomos de hierro (Fe). La proporción de los cationes puede expresarse de la siguiente manera: Fe³⁺ (Fe²⁺. Fe³⁺) O₄, los mismos que al cristalizarse forman un sistema cúbico centrado en la cara (FCC de oxígenos, a = 8,40 Å), donde se tiene un punto de red definido en las caras de los vértices y un punto definido en el centro geométrico de la caras (ver figura 1). La estructura atómica molecular consta de 56 átomos en total, de los cuales 32 son de O y 24 son cationes (ión con carga eléctrica positiva, es decir, que ha perdido electrones) de Fe, de estos últimos 16 se encuentran en forma férrica (Fe³⁺) y 8 están en su forma ferrosa (Fe²⁺). Todas estas distribuciones atómicas permiten capas octaédricas y tetraédricas de hierro [24], [25].

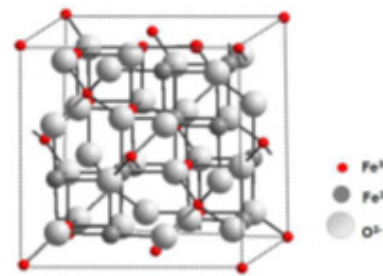
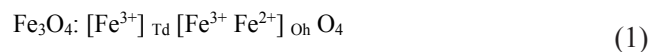


Figura 1. Estructura espínela de la magnetita (Fe₃O₄). Fuente: Noval et al., 2016 [25]

La estructura de magnetita (Fe₃O₄) se caracteriza por un empaquetamiento cúbico compacto centrado en las caras de oxígenos (o estructura cristalina de espínela), donde los espacios tetraédricos (Td) y octaédricos (Oh) están parcialmente ocupados. En esta organización, los cationes de Fe²⁺ se colocan en los espacios Oh, mientras que los cationes Fe³⁺ lo hacen en los espacios Td y Oh, de la siguiente manera [26]:



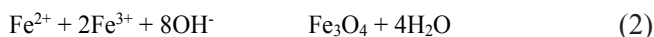
3.2. Síntesis de las nanopartículas de hierro

Existe un creciente interés en la síntesis de las nanopartículas de hierro, debido a las propiedades físico-químicas que presentan las mismas, cuyas particularidades dependerá del tamaño (efecto cuántico y alta superficie específica), morfología (esféricas, cilíndricas, elípticas, etc.) y forma ingenieril (película, nanocristales autoensamblados, ferrofluidos, etc.).

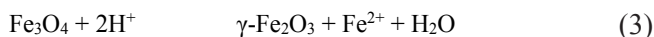
Existen varias técnicas para sintetizar las nanopartículas, entre las principales se encuentran: co-precipi-

tación, hidrotérmico, sol-gel, microemulsión, inyección de flujo, entre otras [27], [28].

El método de co-precipitación química se basa en la utilización de precursores metálicos inorgánicos (cloruros, nitratos, sulfatos) en una solución de agua, también se la considera como la ruta química húmeda más directa y eficiente para sintetizar nanopartículas magnéticas. Los óxidos de hierro (FeOOH, Fe₃O₄ o γ -Fe₂O₃) normalmente se precipitan de una solución acuosa de sales de Fe²⁺ y otra de Fe³⁺ con álcali junto con un tiempo de reducción adecuado. La formación de Fe₃O₄ se puede realizar bajo la siguiente reacción química [25]:



La reacción para la obtención de la magnetita es posible cuando el pH se encuentra entre 8 y 14, junto con la relación Fe³⁺/Fe²⁺ igual a 2:1 en condiciones no oxidantes. Sin embargo, la magnetita (Fe₃O₄) es muy sensible a la presencia de oxígeno y tiende a oxidarse y transformarse en maghemita (γ -Fe₂O₃), como lo representa la siguiente ecuación [25]:



La magnetita no es el único compuesto que sufre la oxidación en presencia de aire; diferentes electrones o iones también se transfieren por cambios en el pH de la suspensión. Según la ecuación anterior, los iones de hierro se separan de la superficie de magnetita, creando vacantes catiónicas y, por lo tanto, conducen a la formación de maghemita para mantener el equilibrio de la carga de la estructura. Por lo tanto, en condiciones básicas, la oxidación de la magnetita consiste en la oxidación-reducción de la superficie de la misma. La magnetita difiere de la maghemita en términos de distribución de iones de Fe en los sitios octaédricos y tetraédricos de la estructura espinela. A diferencia de la magnetita, la maghemita tiene vacantes catiónicas en el sitio octaédrico. El orden de las vacantes está asociado al método de síntesis y da como resultado una reducción de la simetría y, posiblemente, superestructuras. Las vacantes pueden ser total o parcialmente aleatorias o definitivamente ordenadas. Es necesario mencionar que el pedo de vacantes se realiza solo para partículas que superan los 5 nm, de acuerdo con los resultados de espectroscopía FTIR y de difracción de rayos X [25].

Con la técnica de co-precipitación se pueden fabricar gran cantidad de nanopartículas. El mecanismo del proceso de co-precipitación se puede dividir en dos fases, las primeras nucleaciones cortas iniciales ocurren cuando la concentración del reactante se acerca a

la supersaturación crítica, y la segunda, el crecimiento gradual de los núcleos por difusión de los solutos a la superficie del cristal [29]. Para tener nanopartículas de óxido de hierro monodispersas, se deben distinguir los dos pasos mencionados; se recomienda que no se produzca ninguna nucleación cuando se esté procesando el crecimiento del cristal. Además, el control del tamaño de las partículas monodispersadas generalmente se debe realizar durante la primera etapa, ya que el número final de partículas se determina al final de la nucleación y no cambia durante la etapa de crecimiento. Se pueden modificar muchos parámetros en la generación de nanopartículas de óxido de hierro para controlar el tamaño, las propiedades magnéticas y de la superficie. El tamaño y la forma de las nanopartículas de óxido de hierro se pueden personalizar ajustando el pH, la fuerza iónica, la temperatura, los tipos de sales (sulfatos, nitratos, cloruros o acetatos) o la proporción de Fe²⁺/Fe³⁺. Varios estudios han investigado el efecto de factores importantes en la generación de nanopartículas de óxido de hierro por el método de co-precipitación. Se ha investigado la influencia de la relación Fe²⁺/Fe³⁺ en la morfología, el tamaño y las propiedades magnéticas de las partículas de nanoescala co-precipitadas. En las conclusiones obtenidas, está que al aumentar la relación molar de Fe²⁺/Fe³⁺ provoca un aumento en el tamaño medio de las partículas y disminuye el rendimiento de la preparación. Además, según los informes de la literatura, el tamaño medio de las partículas magnéticas también depende de la acidez y la fuerza iónica del agente de precipitación [25], [30], [28].

El método hidrotérmico se encuentra entre las técnicas más conocidas de generación de magnetita, donde los precursores de hierro en solución acuosa pueden calentarse a alta temperatura y con presión autógena. En detalle, las reacciones se llevan a cabo en medios acuosos en autoclaves de acero inoxidable con alta presión y temperatura. La temperatura y la presión pueden estar por encima de 200 oC y 2000 psi, respectivamente. Esta técnica puede procesarse mediante hidrólisis y oxidación o neutralización de hidróxidos de metales mixtos, que pueden conducir a la formación de ferrita. Durante este proceso, los parámetros como la temperatura, el solvente y el tiempo de reacción normalmente juegan un papel clave en la formación de productos finales [31].

La ruta sol-gel es generalmente un método químico apropiado (húmedo), para la generación de nanoestructuras de óxidos metálicos. Este proceso incluye la hidroxilación y la condensación del precursor en solución, originando un "sol" de partículas nanométricas. La condensación adicional y la polimerización inor-

gánica hacen que se forme una red de óxido de metal 3D denominada gel húmedo. Dado que las reacciones se realizan a temperatura ambiente, se requieren tratamientos térmicos adicionales para obtener el estado cristalino final [32], [33]. Debe tenerse en cuenta que las propiedades del gel, dependen en gran medida de la estructura formada dentro de la etapa sol. Los factores clave que afectan la cinética, la hidrólisis, las reacciones de crecimiento, la condensación y, por lo tanto, la estructura y las características del gel son la temperatura, el disolvente, la concentración de los precursores, el pH, la agitación y la naturaleza de la sal [34].

El método de microemulsión se compone de tres fases: de aceite, agua y surfactante. Las microemulsiones son soluciones transparentes que poseen pequeñas gotas de una fase inmiscible, no polar o polar, dispersas en una fase continua (aceite). La presencia de surfactantes lleva a disminuir la tensión superficial entre las fases continua e inmiscible y mantiene las gotas estables. En otras palabras, son responsables de la micelización que puede dispersar las nanopartículas de óxido de hierro obtenidas. Las microemulsiones pueden ser un sistema de aceite en agua o agua en aceite, que está sujeto a la concentración de los diferentes componentes. Varias concentraciones del surfactante y la fase dispersa, es capaz de modificar las gotas con tamaños de 1 a 100 nm, aproximadamente. Se pueden fabricar diferentes formas y estructuras autoensambladas, tales como fases esféricas (invertidas), laminares, micelas cilíndricas y microemulsiones bicontinuas, que pueden acompañar principalmente fases acuosas u oleosas [35].

La técnica de inyección de flujo, involucra la mezcla continua o separada de reactivos bajo un régimen de flujo laminar dentro de un reactor capilar. El método goza de varios beneficios, como una alta homogeneidad de mezcla, una alta reproducibilidad debido a las condiciones laminares y los enchufes, y la posibilidad de un control externo preciso del proceso. Las nanopartículas de magnetita sintetizadas con esta técnica, muestran una distribución de tamaño pequeño que oscila entre 2 y 7 nm [31].

3.3. Biosíntesis de las nanopartículas de hierro

La síntesis verde o también denominada biosíntesis, consiste en la utilización de plantas que aporten con extractos orgánicos con un alto poder reductor, los mismos que permiten reducir cationes en una disolución de sales metálicas, entre los principales compuestos reductores están: polifenoles, azúcares reducidos, bases nitrogenadas y aminoácidos [15].

Esta biosíntesis produce extractos vegetales (u orgánicos), los cuales son la combinación variada de com-

puestos químicos (principalmente a base de moléculas de carbono), y se los puede obtener mediante la aplicación de procesos físicos, químicos, microbiológicos o la interacción combinada de ellos, y cuyo origen son todas las especies vegetales del planeta.

Una de las principales características que poseen los extractos vegetales, es que a partir de una misma planta se obtienen diferentes compuestos activos, para ello, se debe realizar la diferenciación de los protocolos de síntesis, y así esclarecer las propiedades anheladas. Las propiedades de los extractos se diferencian por el protocolo utilizado y por los solventes empleados, siendo este último, el que determinada de manera preponderante las cualidades del mismo. El uso de los solventes primarios, proporciona un “extracto bruto” que consecuentemente debe ser tratado para eliminar impurezas u otros elementos indeseados, por ello, se debe purificar mediante procesos que permitan la eliminación de partes fotoquímicas específicas no requeridas, o bien, mediante la agrupación de los principios activos importantes deseados [36].

Se denomina extracto orgánico, a la acumulación de compuestos químicos deseados, de una determinada especie vegetal, ya sean sólidos o líquidos. Dependiendo de la variedad, los extractos tendrán una determinada cantidad de agentes reductores (aminoácidos, ácido cítrico, flavonoides, compuestos fenólicos, terpenos, compuestos policíclicos, enzimas, péptidos, polisacáridos, etc.). Los extractos pueden obtenerse mediante procedimientos como: fluido supercrítico (operaciones mecánicas, bajo condiciones de presión y temperatura), extracción por solución (uso de agentes reductores externos), extracción por centrifugación, destilación, entre otros [37].

En los extractos vegetales se encuentran carbohidratos, flavonoides, esteroides, glucósidos, saponinas, triterpenoides, fenoles y compuestos aromáticos, los mismos que ayudan en la separación de otras macromoléculas presentes en determinados compuestos, también cumplen la función de estabilizadores de iones [38].

En algunos de los procesos de biosíntesis se emplean materiales inocuos para el medio ambiente, como son las hojas o la corteza de árboles y plantas [39]. Los extractos obtenidos a partir de esta biomasa contienen antioxidantes, entre los más importantes destacan los compuestos polifenólicos, y en menor medida azúcares reductores, bases nitrogenadas y aminoácidos [40]. Las nanopartículas se forman por contacto directo extracto-disolución del metal, produciéndose la reducción de los cationes metálicos en disolución, actuando el extracto con capacidad antioxidante como un sustituto del N_aBH₄ que se emplea en el método de reducción con-

vencional bottom-up.

Esta alternativa de síntesis, presenta varias ventajas con respecto a los métodos convencionales. Cabe resaltar, que este proceso presenta niveles de toxicidad mucho menores, no emplean reactivos agresivos, ni genera subproductos nocivos para el medioambiente y constituyen una alternativa de bajo coste. Por otro lado, la matriz de los extractos actúa en ocasiones como estabilizante, que disminuye la agregación de las partículas metálicas formadas, sin la necesidad de añadir algún otro agente dispersante. Otra ventaja a destacar, es la posible valorización de la biomasa, ya que en la mayoría de los casos es considerada material de desecho.

Estudios recientes [41], evalúan la viabilidad de este procedimiento a la hora de sintetizar nanopartículas de varios metales con diferentes extractos.

3.4. Compuestos polifenólicos

Pertenecen al grupo de los polifenoles o compuestos polifenólicos, son compuestos en cuya estructura posee al menos un anillo aromático sustituido con uno o más grupos hidroxilo, y se encuentran principalmente en la naturaleza en forma de biomasa como frutas, vegetales, semillas y productos derivados [42].

Desde la estructura más simple hasta largas cadenas de anillos aromáticos, los polifenoles constituyen un amplio grupo de fitoquímicos con diversas propiedades y funciones implicadas en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Algunos de estos compuestos aportan pigmentación y otros son antioxidantes que intervienen en la protección de los tejidos, ya sea frente a la radiación UV como a determinados patógenos o al envejecimiento celular [42].

Existen muchos tipos de compuestos polifenólicos, pero los más importantes se dividen en los siguientes grupos [43]:

-**Flavonoides:** son compuestos de bajo peso molecular, constituidos por dos ciclos aromáticos enlazados entre sí por un puente de carbono, normalmente en la forma de anillo heterocíclico (C). Los diferentes tipos de flavonoides, se dan según los patrones de sustitución del anillo puente, mientras que las sustituciones en el resto de anillos determinan cada compuesto concreto. Los flavonoides son compuestos con alta capacidad antioxidante y bajos potenciales redox [44], que actúan como donadores de protones produciéndose su oxidación, inhibiendo así otros procesos oxidativos. Los bajos potenciales redox de estos antioxidantes, hacen termodinámicamente favorable la reducción de la gran mayoría de radicales libres ($\bullet\text{O}_2$, $\text{ROO}\bullet$, $\text{RO}\bullet$, $\bullet\text{OH}$, $\text{NO}\bullet$) y de algunos metales

-**Ácidos fenólicos:** comprenden un tercio de los polifenoles incluidos en la dieta y están presentes como ácidos libres o enlazados. Presentan dos tipos de estructuras que permiten discriminarlos en 2 subgrupos: ácidos hidroxibenzoicos e hidroxicinámicos. Los ácidos hidroxibenzoicos son compuestos con un anillo aromático sustituido por un grupo carboxilo, e hidroxilos como sustituyentes en las diferentes posiciones libres. Los ácidos hidroxicinámicos son derivados del ácido cinámico, y presentan la cadena de 3 carbonos correspondiente a la estructura de este precursor

-**Taninos:** son polifenoles de alto peso molecular, los cuales se pueden subdividir en dos grupos: condensados e hidrolizables. Los taninos condensados están constituidos por polimerización de flavonoides y los taninos hidrolizables son derivados del ácido gálico, también antioxidante

-**Estilbenos y lignanos:** los estilbenos presentan estructuras de varios anillos fenólicos enlazados mediante una cadena de carbono con un doble enlace, por lo que pueden presentarse en forma E o Z, mientras que los lignanos son compuestos de estructura similar al lignano, dos anillos fenólicos enlazados mediante una cadena de enlaces simples. Tanto estilbenos como lignanos se presentan en una proporción muy baja con respecto a los compuestos polifenólicos antes mencionados

Todos estos compuestos tienen en común la presencia de hidroxilos dadores de protones, los cuales actúan como agentes reductores. La clave del proceso de biosíntesis de nanopartículas mencionado anteriormente, parece ser la riqueza en polifenoles de los extractos [39], ya que son los componentes que aportan la mayor parte de su capacidad antioxidante o reductora. Se puede considerar que las nanopartículas se forman como consecuencia de la reacción redox, que se produce entre los cationes metálicos con el alto contenido en compuestos polifenólicos de los extractos y en menor medida con otros posibles componentes orgánicos reductores.

3.5. Nanopartículas de hierro en la remediación de contaminantes

Las nanopartículas de óxido de hierro se pueden utilizar para eliminar residuos tóxicos, ya que el óxido de hierro a granel puede actuar como agente reductor y descomponer varios productos químicos tóxicos y compuestos en soluciones acuosas. Como se mencionó anteriormente, debido a la gran área de superficie, las nanopartículas son más eficientes en los tratamientos de aguas residuales.



Figura 2. Nanopartículas de magnetita

La adsorción es el mecanismo que las nanopartículas utilizan para eliminar una sustancia (adsorbato), que se encuentre presente en un determinado compuesto líquido (de manera preferencial), esto se produce por el efecto de adhesión superficial del adsorbente (o sustrato), el cual, es el producto de las interacciones débiles de Van der Waals (fisorción) o de la formación de enlaces químicos (quimisorción) entre dos compuestos presentes (adsorbato y adsorbente).

La adsorción no debe confundirse con la absorción, ya que la segunda produce la asimilación de la sustancia en el interior de la fase absorbente, mientras que en la adsorción, el adsorbato se fija únicamente en la superficie del adsorbente o sustrato, estableciéndose un equilibrio adsorción-desorción, de la siguiente manera:



El uso de nanopartículas para la eliminación de elementos contaminantes presentes en medios acuosos mediante la adsorción, es de marcado interés en los últimos años, dado que estas partículas a nanoescalas, presentan una mayor superficie específica y un aumento de las características magnéticas, por lo tanto, la eficacia para capturar elementos indeseados es relativamente mayor. Otras características también se ven afectadas por el aumento de la superficie específica, como por ejemplo, la transformación de iones de alta toxicidad por reducción, dado que existe mayor área de contacto para los iones suspendidos [5].

Para la reducción es necesario la utilización del hierro cero-valente (ZVI), ya que el mismo tiene un elevado poder reductor, presentando un potencial redox estándar (25 °C, presión 1 atm, concentración 1 M) de

$E^\circ \text{Fe (II)/Fe}^\circ = -0,440 \text{ V}$, siendo capaz de reducir a la mayoría de los metales de transición. Con el Fe (II), únicamente se pueden reducir los metales con un potencial redox mayor a + 0,771 V, ya que las reacciones termodinámicas con elementos inferiores a este potencial, no resultarían factibles. La precipitación es otro mecanismo de eliminación que usan las nanopartículas, el mismo que consiste en la conversión de sustancias complejas a otras que sean reducidas (menos complejas) solubles o insolubles; también es posible la mineralización de un compuesto orgánico o inorgánico [45], [46], [47], [48].

El mecanismo o combinación de mecanismos implicados en la eliminación de contaminantes, depende de las características y naturaleza del contaminante en concreto.

Las nanopartículas basadas en óxidos o hidróxidos de hierro, utilizan predominantemente el mecanismo de adsorción para atrapar a otras moléculas dentro de un soluto estable, ya que los cationes metálicos son adsorbidos por la sustitución de los metales o por complejación o complejación (reacciones en las que un metal o ión del mismo, se asocia o compleja con sustancias denominadas ligandos, formando complejos o compuestos de coordinación), también es posible la interacción del adsorbato con los grupos hidroxilos que se encuentran en la disolución. Por otro lado, la adsorción de los grupos químicos aniónicos, es realizada por el reemplazo de los grupos hidroxilos y la complejación de los grupos aniónicos con los metales presentes en la solución. En los medios acidificados, los compuestos aniónicos se fijan electrostáticamente a la superficie positiva del Fe (OH)₂⁺ (Hidróxido de Hierro II), esta adsorción está relacionada con el equilibrio presente entre el potencial de hidrogeno (pH) y la fuerza de las moléculas al disociarse (pKa), el cual se modifica entre los compuestos químicos [49].

Los compuestos a base de nanopartículas de hierro, son ampliamente utilizados para la remediación de compuestos contaminantes en los ecosistemas, por su baja toxicidad, relativa facilidad de obtención y abundancia en todo el planeta. Sin embargo, el hierro cero-valente (principalmente) puede tener efectos adversos en los sistemas acuosos o de suelo, ya que el mismo tiene alta reactividad con la mayoría de los elementos químicos que se encuentran de manera regular. La problemática radica, en que el hierro retira las moléculas de oxígeno para oxidarse, lo cual, se traduce en menor oxígeno para el metabolismo de las especies animales y vegetales. Esta puede subsanarse, si se realiza la inmovilización temprana de las nanopartículas, después de ser usadas para los propósitos requeridos, mediante técnicas que

minimicen los impactos indeseados [50], [51].

IV. CONCLUSIONES

La estructura de las nanopartículas de hierro o magnetita (Fe₃O₄) se caracterizan por encontrarse en un empaquetamiento cúbico compacto centrado en las caras de oxígenos, también denominado estructura cristalina de espinela, las cuales potencian las características magnéticas propias de dichas moléculas.

La síntesis verde o también denominada biosíntesis, consiste en la utilización de plantas que aporten con extractos orgánicos con un alto poder reductor. Esta alternativa de síntesis ecoamigable, presenta varias ventajas con respecto a los métodos convencionales, entre las que destacan los menores niveles de toxicidad para producir las nanopartículas, no se emplean reactivos agresivos, ni se generan subproductos nocivos para el medioambiente, además constituyen una alternativa de bajo coste.

Las nanopartículas de hierro se emplean en la eliminación de residuos tóxicos, ya que el óxido de hierro actúa como agente reductor sobre varios productos químicos tóxicos en soluciones acuosas. Los compuestos a base de nanopartículas de hierro, son ampliamente utilizados en la remediación de los ecosistemas, por su baja toxicidad, relativa facilidad de obtención y abundancia en todo el planeta.

REFERENCIAS

- [1]G. Calle, “Nanotecnología Conceptos Generales”, *Revista de Información, Tecnología y Sociedad*, 5, pp. 7-9, 2010.
- [2]G. Mendoza, J. Rodríguez, “La nanociencia y la nanotecnología: una revolución en curso”, *Perfiles latinoamericanos*, 14 (29), pp. 161-186, 2007.
- [3]F. Britto, G. Castro, “Nanotecnología, hacia un nuevo portal científico-tecnológico”, *Química Viva*, 11 (3), pp. 171-183, 2012.
- [4]J. Hulla, S. Sahu, A. Hayes, “Nanotechnology: History and future”, *Human and Experimental Toxicology*, 34 (12), pp. 1318-1321, 2015.
- [5]P. Casal, “Síntesis de Nanopartículas con Propiedades Adsorbentes Mediante Métodos de Química Sostenible”, Tesis de pregrado, Universidade da Coruña, Facultad de Ciencias Departamento de Química Física e Enxeñaría Química, La Coruña, España, 2015.
- [6]Y. Mejías, N. Cabrera, A. Toledo, O. Duany, “La nanotecnología y sus posibilidades de aplicación en el campo científico-tecnológico”, *Revista Cubana de Salud Pública*, 35 (3), pp. 1-9, 2009.
- [7]B. Vega, M. Zazo, V. Raposo, M. Arco, C. Martín, “Nanopartículas Magnéticas de óxido de Hierro como matrices de liberación controlada”, *FarmaJournal*, 1 (1), pp. 101-108, 2016.
- [8]C. Lárez, S. Koteich, F. López, “Nanopartículas: Fundamentos y Aplicaciones”, Universidad de Los Andes, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela, 2015.
- [9]B. Cedano, “Evaluación de las propiedades antibacterianas de nanopartículas de cobre sintetizadas a partir de CuSO₄ y extracto de eucalipto”, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, Perú, 2018.
- [10]I. Bravo, R. Herrero, “Potencial de dendrímeros como vehículos de fármacos en Oftalmología”, *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 82 (2), pp. 69-70, 2007.
- [11]M. Andrade, L. López, A. Sáenz, “Nanotubos de carbono: funcionalización y aplicaciones biológicas”, *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 43 (3), pp. 9-18, 2012.
- [12]H. Caicedo, S. Pérez, E. Santiago, “Modelando un punto cuántico: una aproximación pedagógica”, *Revista mexicana de física*, 61 (1), pp. 35-40, 2015.
- [13]Y. Zhang, B. Wu, H. Xu, H. Liu, M. Wang, Y. He, B. Pan, “Nanomaterials-enabled water and wastewater treatment”, *NanoImpact*, 3, pp. 22-39, 2016.
- [14]L. Lara, “Las Aguas Residuales del Camal Municipal del Cantón Baños y su incidencia en la contaminación del río Pastaza en la Provincia de Tungurahua”, Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2011.
- [15]I. Neira, “Síntesis verde de nanopartículas para a eliminación de colorantes en medios acuosos”, Trabajo de grado, Universidade da Coruña, La Coruña, España, 2015.
- [16]L. Ai, J. Jiang, “Removal of methylene blue from aqueous solution with self-assembled cylindrical graphene-carbon nanotube hybrid”, *Chemical Engineering Journal*, 192 (2), pp. 156-163, 2012.
- [17]M. Pendergast, E. Hoek, “A review of water treatment membrane nanotechnologies”, *Energy Environ. Sci*, 4 (6), pp. 1946-1971, 2011.
- [18]A. Ayati, A. Ahmadpour, F. Bamoharram, B. Tanhaei, M. Manttari, M. Sillanpaa, “A review on catalytic applications of Au/TiO₂ nanoparticles in the removal of water pollutant”, *Chemosphere*, 107, pp. 163-174, 2014.
- [19]S. Das, B. Sen, N. Debnath, “Recent trends in nanomaterials applications in environmental monitoring and remediation”, *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (23), pp. 18333-18344, 2015.
- [20]B. Karn, T. Kuiken, M. Otto, “Nanotechnology and in situ remediation: a review of the benefits and po-

- tential risks”, *Cien. Saude Colet.*, 16 (1), pp. 165-178, 2011.
- [21] S. Tesh, T. Scott, “Nano-composites for water remediation: a review”, *Advanced Materials*, 26 (35), pp. 6056-6068, 2014.
- [22] D. Hebbalalu, J. Lalley, M. Nadagouda, R. Varma, “Greener Techniques for the Synthesis of Silver Nanoparticles Using Plant Extracts, Enzymes, Bacteria, Biodegradable Polymers, and Microwaves”, *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 1 (7), pp. 703-712, 2013.
- [23] C. Klein, C. Hurlburt, *Manuel de mineralogía*, Barcelona, España: Editorial Reverté, 2003.
- [24] C. Yang, J. Wub, Y. Hou, “Fe₃O₄ nanostructures: synthesis, growth mechanism, properties and applications”, *Chem Commun*, 47, pp. 5130-5141, 2011.
- [25] Noval, E.; Ochoa, C.; Carriazo, J. (2016). Magnetita (Fe₃O₄): Una estructura inorgánica con múltiples aplicaciones en catálisis heterogénea. *Revista Colombiana de Química*, 46 (1), 42-59, 2016.
- [26] C. Del Rio, “Aplicación de nanopartículas magnéticas de hierro a la eliminación de mercurio del agua”, Tesis de grado, Universitat de las Illes Balears, España, 2014.
- [27] J. Corredor, F. Echeverria, “Síntesis de óxidos de hierro nanoparticulados”, *Scientia et Technica*, 1 (36), pp. 993-998, 2007.
- [28] D. Ramimoghadam, S. Bagheri, S. Abd Hamid, “Progress in electrochemical synthesis of magnetic iron oxide nanoparticles”, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 368, pp. 207-229, 2014.
- [29] H. Schwarzer, W. Peukert, “Combined experimental/numerical study on the precipitation of nanoparticles”, *AIChE*, 50 (12), pp. 3234-3247, 2004.
- [30] W. Jiang, H. Yang, S. Yang, H. Horng, J. Hung, Y. Chen, C. Hong, “Preparation and properties of superparamagnetic nanoparticles with narrow size distribution and biocompatible”, *Magnetism and Magnetic Materials*, 283, pp. 210-214, 2004.
- [31] M. Mahmoudi, A. Simchi, A. Milani, P. Stroeve, “Cell toxicity of superparamagnetic iron oxide nanoparticles”, *Colloid Interface*, 336 (2), pp. 510-518, 2009.
- [32] J. McCarthy, R. Weissleder, “Multifunctional magnetic nanoparticles for targeted imaging and therapy”, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 60 (11), pp. 1241-1251, 2008.
- [33] J. McCarthy, K. Kelly, E. Sun, R. Weissleder, “Targeted delivery of multifunctional magnetic nanoparticles”, *Nanomedicine*, 2 (2), pp. 153-167, 2007.
- [34] S. Laurent, D. Forge, M. Port, A. Roch, C. Robic, V. Elst, R. Muller, “Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis, Stabilization, Vectorization, Physicochemical Characterizations, and Biological Applications”, *Chem. Rev.*, 108 (6), pp. 2064-2110, 2008.
- [35] T. Maliar, J. Bozenko, H. Cesiulis, I. Prosycevas, “Electrochemical Aspects of the Synthesis of Iron Particles”, *Mater. Sci.*, 18 (3), 2012.
- [36] A. Caldas, “Optimización, Escalamiento y Diseño de una Planta Piloto de Extracción Sólido Líquido”, Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca Ecuador, Cuenca, Ecuador, 2012.
- [37] A. Huánuco, “Estudio de la recuperación de metales mediante la síntesis de nanopartículas metálicas”, Tesis de grado, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, España, 2015.
- [38] P. Falcaro, R. Ricco, A. Yazdi, I. Imaz, S. Furukawa, D. Maspoch, R. Ameloot, J. Evans, C. Doonan, “Application of metal and metal oxide nanoparticles@MOFs”, *Coordination Chemistry Reviews*, 307 (2), pp. 237-254, 2015.
- [39] S. Machado, S. Pinto, J. Grosso, H. Nouws, J. Albergaria, “Green production of zero-valent iron nanoparticles using tree leaf extracts”, *Science of the total Environment*, 445, pp. 1-8, 2013.
- [40] V. Makarov, S. Makarova, A. Love, O. Sinitsyn, A. Dudnik, I. Yaminsky, M. Taliansky, N. Kalinina, “Biosynthesis of Stable Iron Oxide Nanoparticles in Aqueous Extracts of Hordeum vulgare and Rumex acetosa Plants”, *Langmuir*, 30 (20), pp. 5982-5988, 2014.
- [41] O. Kharissova, D. Rasika, B. Kharisov, P. Olvera, P. Jiménez, “The greener synthesis of nanoparticles”, *Trends Biotechnol.*, 31 (4), pp. 240-248, 2013.
- [42] M. Naczek, F. Shahidi, “Phenolics in cereals, fruits and vegetables: Occurrence, extraction and analysis”, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41 (5), pp. 1523-1542, 2006.
- [43] I. Ignat, I. Volf, V. Popa, “A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables”, *Food Chemistry*, 126 (4), pp. 1821-1835, 2011.
- [44] R. Han, J. Zhang, L. Skibsted, “Reaction Dynamics of Flavonoids and Carotenoids as Antioxidants”, *Molecules*, 17 (2), pp. 2140-2160, 2012.
- [45] C. Wang, W. Zhang, “Synthesizing Nanoscale Iron Particles for Rapid and Complete Dechlorination of TCE and PCBs”, *Environ. Sci. Technol.*, 31 (7), pp. 2154-2156, 1997.
- [46] J. Cao, L. Wei, Q. Huang, L. Wang, “Reducing degradation of azo dye by zerovalent iron in aqueous solution”, *Chemosphere*, 38 (3), pp. 565-571, 1999.
- [47] F. Fan, Y. Guo, J. Wang, M. Fan, “Rapid decolorization of azo dye methyl orange in aqueous solution by nanoscale zerovalent iron particles”, *Journal of Hazardous Materials*, 166 (2), pp. 904-910, 2009.

[48]W. Yan, A. Herzing, C. Kiely, W. Zang, “Nanoscale zero-valent iron (nZVI): Aspects of the core-shell structure and reactions with inorganic species in water”, *Journal of Contaminant Hydrology*, 118 (3), pp. 96-104, 2010.

[49]R. Cornell, U. Schwertmann, *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrence, and uses*, New York, EEUU, 2004.

[50]P. Chen, C. Su, C. Tseng, S. Tan, C. Cheng, “Toxicity assessments of nanoscale zerovalent iron and its oxidation products in medaka (*Oryzias latipes*) fish”, *Marine Pollution Bulletin*, 63 (5), pp. 339-346, 2011.

[51]Y. El-Temsah, E. Joner, “Ecotoxicological effects on earthworms of fresh and aged nano-sized zero-valent iron (nZVI) in soil”, *Chemosphere*, 89 (1), pp. 76-82, 2012.

ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN DE LA SONDA LAMBDA EN FUNCIÓN AL KILOMETRAJE DEL VEHÍCULO Y SUREPERCUSIÓN EN LA EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES

Quito-Tapia Darwin¹, Caiza-Quishpe Luis², Otero-Potosí Santiago³, Fraga-Portilla Jorge⁴.
mauryquito9@gmail.com¹, {lcaiza², sotero³, jfraga⁴}@ist17dejulio.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9878-6704>¹, <https://orcid.org/0000-0003-4343-7280>², <https://orcid.org/0000-0002-3823-9522>³, <https://orcid.org/0000-0001-5236-1148>⁴
Instituto Superior Tecnológico “17 de Julio”

Recibido (06/12/19), Aceptado (021/12/19)

Resumen: Este estudio determinó los efectos de la sonda lambda en las emisiones de gases contaminantes en vehículos que circulan en la provincia de Imbabura país Ecuador adquiridos en el último lustro; la cual se basa en indagar la degradación del material base del sensor de oxígeno en diferentes kilometrajes de recorrido y caracterizar el desgaste de este en función de los gases contaminantes que son emanados al medio ambiente. En este caso como referencia se utilizaron los parámetros de revisión técnica vehicular que utiliza la agencia nacional de tránsito. Luego de la comparativa se aprecia que la degradación de la sonda lambda afecta en la emisión de gases contaminantes entre 1% a 5% en vehículos cuyo kilometraje excede los 110.000 km de recorrido y a medida que este kilometraje aumenta la degradación de igual manera, hasta alcanzar un 15 % en aumento de consumo de combustible y emisiones contaminantes en automotores que exceden los 300.000 km

Palabras Clave: Sonda Lambda, Polución, Residuos de Combustión, Degradación.

STUDY OF THE DEGRADATION OF THE LAMBDA PROBE BASED ON THE MILEAGE OF THE VEHICLE AND ITS IMPACT ON THE EMISSION OF POLLUTING GASES

Abstract: This study determined the effects of the lambda probe on the emissions of polluting gases in vehicles that circulate in the province of Imbabura, Ecuador, acquired in the last five years; which is based on investigating the degradation of the oxygen sensor base material in different mileage and characterize its wear depending on the polluting gases that are emitted into the environment. In this case, the vehicle technical review parameters used by the national transit agency were used as a reference. After the comparison, it can be seen that the degradation of the lambda probe affects the emission of polluting gases between 1% to 5% in vehicles whose mileage exceeds 110,000 km of travel and as this mileage increases the degradation in the same way, until reaching 15% increase in fuel consumption and pollutant emissions in motor vehicles that exceed 300,000 km

Keywords: Lambda Sensor, Pollution, Combustion Waste, Degradation.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las afecciones al medio ambiente ocasionadas por el aumento de las emisiones de gases contaminantes son producidas en su gran mayoría por los automóviles [1]. Estas son relacionadas a fenómenos naturales como es el efecto invernadero [2] donde intervienen partículas contaminantes como (CO) monóxido de carbono, (CO₂) dióxido de carbono, (NO_x) óxidos de nitrógeno, (SO_x) óxido de azufre adicional, adicional el vehículo emana algunos gases debido a su proceso de combustión como (O₂) oxígeno, (HC) hidrocarburos [3]. Como lo afirma el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos en sus fuentes oficiales [4], en estos datos se evidencia un crecimiento de vehículos matriculados de 8,8% entre el año 2016 y 2017 con respecto a años anteriores.

Un dato especial, se registra una tasa de vehículos matriculados por cada mil habitantes con un total de 111 automotores pertenecientes a la zona norte del Ecuador hasta finales del año 2017; destacándose en el país la presencia de marcas reconocidas las cuales son enfocadas al servicio público en la provincia de Imbabura, encabezando la lista la marca Chevrolet con 631 mil vehículos los cuales representan el 28,2 %, Hyundai con 143.724 vehículos con el 6.4% y el resto de marcas automotrices, la diferencia de porcentaje [5].

Esta investigación tiene como objetivo estudiar la importancia de la sonda lambda por medio del comportamiento del motor, con una comparación cuando se evidencia un deterioro y correcto funcionamiento en el sensor O₂ con variaciones de kilometraje recorrido, para determinar el aumento en emisiones contaminantes, adicional se evidencia la selección de vehículos de distintas marcas y kilometraje recorrido para la medición de la sonda, mediante equipos calificados y a diferentes parámetros de funcionamiento, realizando una metodología experimental para encontrar los resultados en las diferentes pruebas

II. DESARROLLO

Se realizó la selección de vehículos con base a la distancia recorrida medida en kilómetros, año de fabricación y el tipo de sonda lambda presente. Los vehículos utilizados para esta investigación son exclusivamente de servicio público liviano (taxis) en la provincia de Imbabura con mayor énfasis en la ciudad de Ibarra al ser esta la capital. Por ende, es la que posee mayor población vehicular. Se desarrolló un proceso de toma de mediciones para cada caso, estableciendo horarios y días determinados, a partir de la recepción de estos, para ello se procedió a realizar la vinculación del sistema OBD II del vehículo con el escáner automotriz para

leer algunos datos esenciales para la determinación de las pruebas realizadas. Una vez que ya se estableció la comunicación con el sistema de diagnóstico abordo, se procedió a hacer uso del analizador de gases de escape con dos pruebas repetitivas a diferentes parámetros de revoluciones obteniendo así la primera al mínimo considerada a ralenti definida en valores de 750 y 900 rpm; y la prueba al máximo que sería considerada en valores de 2500 rpm durante un tiempo establecido por medio del software de 30 segundos [1] [2] [3].

III. METODOLOGÍA

Se realizó un trabajo experimental, en el cual para la toma de mediciones fue necesario que el vehículo se encuentre a su temperatura nominal de trabajo para evitar medidas erróneas o incorrectas generadas por la variación de agentes mecánicos. Una vez realizada cada una de las pruebas se procedió a congelar los datos tomados para posteriormente emitir informes técnicos de los valores registrados de tal manera que sean fáciles de analizar y tabular para certificar la investigación de manera correcta, con los datos obtenidos se realizó la toma de mediciones de manera repetitiva de tal forma que se pueda determinar la media ideal para su respectiva representación e interpretación grafica por consiguiente se obtuvo un análisis para cada caso refiriéndose así a los tres gases como son: O₂, HC, CO.

Es importante mencionar que para el estudio de este tema se ha priorizado el comportamiento de dos gases HC y Co entre los principales residuos de combustión [4] [5], se detalla como los hidrocarburos HC y el monóxido de carbono CO como cenizas volátiles que repercutan ambientalmente y tienen mayor impacto en la salud, al ser estos residuos de combustión de motores de encendido provocado es mayor la influencia que se ocasiona ambientalmente, por tal razón se comprende que si se detecta la emisión de estos contaminantes en aumento se debe crear elementos que disminuyan esta emisión, es por tal que existen procesos amigables con el ambiente que reducen o disminuyen estos residuos, como son generadores eléctricos [6] [7] [8].

Una referencia utilizada para la comparación de los datos obtenidos fue la tabla I, de valoración de gases de escape utilizada por la empresa de revisión técnica vehicular [9], la cual es estandarizada para cada provincia dependiendo así los valores de las características físicas (altitud) del lugar.

TABLA I. Índices de gases de escape en vehículos a gasolina ralentí y altas RPM.

VEHÍCULOS GASOLINA RALENTÍ Y ALTAS RPM				
Año	HC en PM	CO EN %	O ₂ en %	Tipo de falta
Del 2000 en adelante	$0 \leq X < 160$	$0 < X < 0,6$	$0 \leq X < 3$	0
	$160 \leq X < 180$	$0,6 \leq X < 0,8$	$3 \leq X < 4$	1
	$180 \leq X < 200$	$0,8 \leq X < 1$	$4 \leq X < 5$	2
	$X \geq 200$	$X > = 1$	$X \geq 5$	3
De 1990 a 1999	$0 \leq X < 650$	$0 < X < 3,5$	$0 \leq X < 3$	0
	$650 \leq X < 750$	$3,5 \leq X < 4$	$3 \leq X < 4$	1
	$700 \leq X < 750$	$4 \leq X < 4,5$	$4 \leq X < 5$	2
	$X \geq 750$	$X > = 4,5$	$X \geq 5$	3

Para las pruebas realizadas se utilizaron equipos como: Un escáner launch X- 431 PRO para determinar las estadísticas y el régimen de funcionamiento del motor, un analizador de gases AGS-688 para un diagnóstico y análisis de las emisiones contaminantes.

A.Scanner Launch y Analizador de Gases de Escape



Figura 1. Scanner launch X- 431 PRO y Analizador de gases Brain Bee AGS- 688

En la figura 1 se puede apreciar el escáner launch (a) con el que se realizó la determinación de parámetros como temperatura, rpm, carga del motor, estado y funcionamiento de la sonda [10] y el analizador de gases (b) el cual incluye una pantalla con display LCD para mostrar los valores de los gases medidos, así como los datos de RPM del motor [10].

B.Selección de vehículos

La selección de los vehículos se realizó con bases características representativas de predominio en el mercado automotor de la provincia de Imbabura tomando considerablemente las características de fabricación como año y el kilometraje recorrido.

En la Tabla II se detallan las especificaciones de los vehículos seleccionados para la investigación con las variaciones de años y kilometraje de recorrido.

TABLA II. Especificaciones Técnicas de Vehículos

Tipos	Sin calefactor	Con calefactor	Aislada
Temperatura	A partir de 350°C	A partir de 350°C	A partir de 350°C
Ubicación	Su ubicación es muy cerca del múltiple de escape	Su ubicación puede estar en cualquier lugar del tubo de escape	Su ubicación puede estar en cualquier lugar del tubo de escape
Tipo de diseño	finger	finger o planar	finger o planar
No. De cables.	Tiene un cable de color negro, donde envía señal	Tiene tres o cuatro cables	Tiene tres o cuatro cables
Intervalo de cambio	Recomendado de 80 – 100 mil km	recomendado 160 mil km	recomendado 160 mil km

C. Tipos de sensores lambda

Los tipos de sensores varían acorde a la marca del vehículo y el año de fabricación y cumple un rol fundamental debido al incremento de tecnología y descubrimiento de nuevos materiales que pueden aumentar o disminuir el deterioro del sensor en estudio con un por-

centaje entre el 0.2% al 1,5% en gases como O₂ y CO.

En el mercado ecuatoriano se puede encontrar algunos tipos de sensores lambda con diferentes características constructivas y de funcionamiento que se evidencian a continuación en la tabla III.

TABLA III. Tipos y características sensores lambda, Bosch.

Especificación	Vehículo 1 (Kia Rio R)	Vehículo 2 (Hyundai Accent)	Vehículo 3 (Kia Rio R)
Año	2016	2009	2017
Kilometraje	265351	572238	219497
Posición del motor	Delantero transversal	Delantero transversal	Delantero transversal
No. De cilindros	4 en Línea	4 en Línea	4 en Línea
Transmisión	Manual	Manual	Manual
Cilindrada (cm³)	1600 cm ³	1.600 cm ³	1600 cm ³
Potencia (Hp@rpm)	137 hp @ 6300 rpm	110 hp @ 6000 rpm	137 hp @ 6300 rpm
Torque (Nm@rpm)	13.8971Nm @ 4850rpm	134 Nm @ 4500 rpm	13.8971 Nm @ 4850rpm
Relación de compresión	11.0:1	10:1	11.0:1

IV. RESULTADOS

A. Prueba al mínimo

El análisis estadístico en base al factor de error promedio alrededor de un 12% al 16% en cada prueba a realizar ya que se obtiene un valor entre el valor máximo alcanzado y un valor promedio en cada prueba, es por tal que se valida el uso de esta herramienta como método de investigación.

En esta prueba al mínimo se dio la toma de mediciones a cada vehículo con un ralenti estable en valores de entre 750 y 900 rpm, con la respectiva revisión del sistema de escape garantizando las cero fugas de gases en un tiempo estimado de 30 segundos y con varias repeticiones por cada caso para garantizar la veracidad de datos obtenidos [9]. Para la representación de cada caso se tomó en consideración el kilometraje y los gases estudiados como se aprecia en la tabla IV.

TABLA IV. Índices de CO al mínimo según la marca, kilometraje y año de fabricación.

MARCA	CO	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	0,11	2016	265351
HYUNDAI	0,13	2009	572238
KIA	0,47	2017	219497
HYUNDAI	0,1	2018	84825
KIA	0,38	2016	127740
CHEVROLET	0,1	2006	2012
NISSAN	0	2012	192605

Para los análisis estadísticos se aprecia el índice de convergencia entre la distancia de recorrido y la emisión de gases contaminantes residuos de combustión, como la dispersión entre las muestras a estudiar que permiten identificar las variaciones de cada muestra, es por tal que la investigación se encamina en buscar la mejor relación entre degradación de la sonda lambda y los factores de contaminación de cada residuo.

Iñiguez [12] en su estudio menciona que el Monóxido de carbono (CO) es un gas que en tiende a disminuir su emisión en función de las revoluciones por minuto a las que el automotor se encuentre sometido, caso que se corrobora con los resultados arrojados ya que

en pruebas en ralentí los índices de CO son menores en comparación con los de carga media a 2500 rpm aproximadamente, [13] realizando un protocolo de pruebas en mínima carga y carga media donde de igual manera la tendencia a mayor revoluciones por minuto es a aumentar la emisión de este gas [14]. El factor de degradación del elemento base de la sonda lambda aumenta a medida que transcurre el kilometraje de recorrido o uso de la misma [14], donde se aprecia que el deterioro es por parte del zirconio que rige como elemento base, en esta variación la tendencia es a aumentar las emisiones en razón directa al desgaste del sensor de oxígeno, como se aprecia en la figura 2.

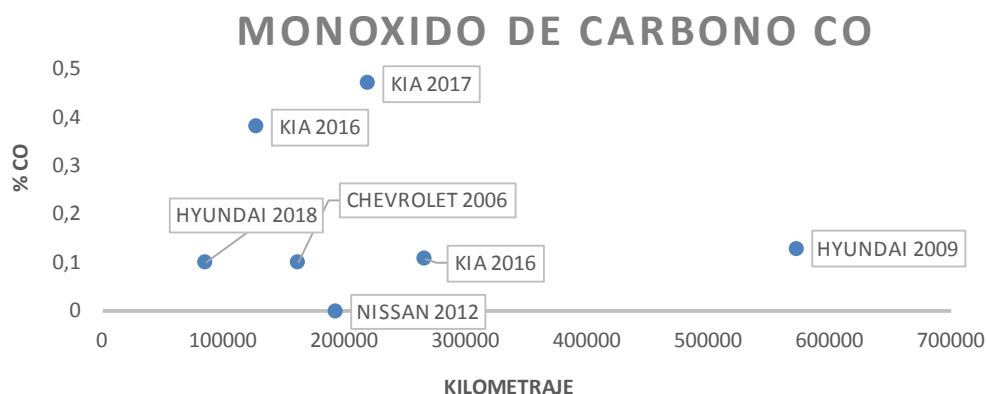


Figura 2. Índices de Monóxido de Carbono al mínimo según la marca y el kilometraje recorrido.

En este caso se puede identificar que no importa el año de procedencia del vehículo, más bien el kilometraje recorrido que describiría el estado del sensor, de manera adicional cabe resaltar que en el vehículo Hyundai 2009 se realizó el cambio de este, previa a la medición de tal manera, se puede demostrar que en base al kilometraje recorrido el sensor lambda va degradándose de

manera proporcional como se menciona en el manuscrito efectos adversos en el sensor de oxígeno lambda [15] confirmándose la reducción de sensibilidad y asimismo la lectura de información errónea al sistema eléctrico, afectando de manera inevitable los procesos químicos del motor de combustión interna evidenciándose en la tabla V.

TABLA V. índices de HC al mínimo según marca, año y kilometraje.

MARCA	HC	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	107	2016	265351
HYUNDAI	119	2009	572238
KIA	158	2017	219497
HYUNDAI	48	2018	84825
KIA	84825	2016	127740
CHEVROLET	48	2006	162260
NISSAN	8	2012	192605

Reyes et. al. [1] mencionan que el índice de hidrocarburos tiende a aumentar en relación con la altitud o metros sobre nivel del mar, siendo esto factor esencial en la toma de medidas y análisis de resultados obtenidos. Un análisis de emisiones relevantes permite indicar que los hidrocarburos son elementos notables en las

emisiones de gases contaminantes, pero de igual manera el factor de desgaste es importante a sabiendas que si existe mayor kilometraje de recorrido el porcentaje de contaminación es mayor apreciándose en la figura 3 [4].

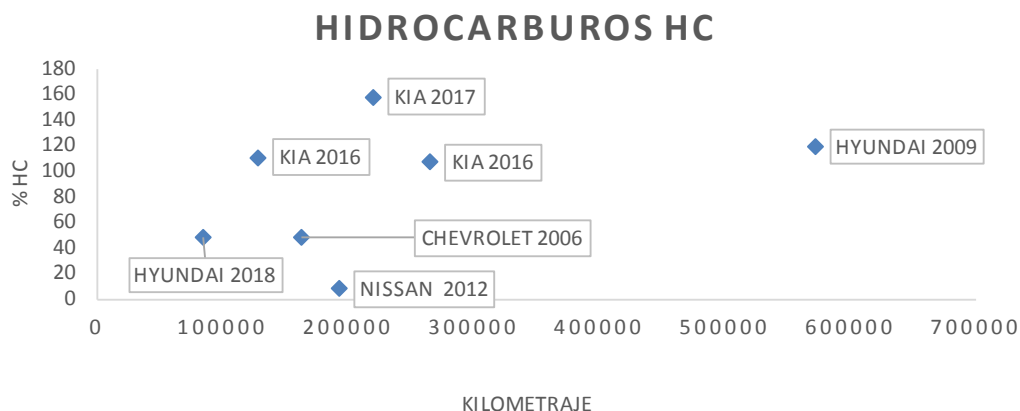


Figura 3. Índices de HC al mínimo según la marca y el kilometraje.

Para este gas se determina que todos los vehículos en estudio cumplen con los parámetros estandarizados y que de igual manera al primer caso la degradación de la sonda lambda es coherente al kilometraje de funcionamiento con respecto a la instalación en cada automotor con la particularidad del vehículo mencionado anteriormente, pero en este gas analizado se puede resaltar que es un causante más para la degradación del sensor, puesto que por la mala combustión se obstruyen los conductos del sensor O2 con mayor rapidez afectando

así a la sensibilidad en la toma de mediciones [14]; adicionalmente tiene pequeñas repercusiones en la temperatura adecuada de funcionamiento puesto que dificulta el trabajo de los electrones donantes proporcionado por la ionización interfiriendo en la película de detección utilizados en sensores a base de zirconio, de modo que afecte el tiempo de transferencia información en el sistema de control de la mezcla estequiométrica como se evidencian en la tabla VI y figura 4 [16]

TABLA VI. índices de O2 al mínimo según marca, año y kilometraje.

MARCA	O2	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	1,38	2016	265351
HYUNDAI	0,51	2009	572238
KIA	0,76	2017	219497
HYUNDAI	0,22	2018	84825
KIA	0,84	2016	127740
CHEVROLET	4,92	2006	2012
NISSAN	0,27	2012	192605

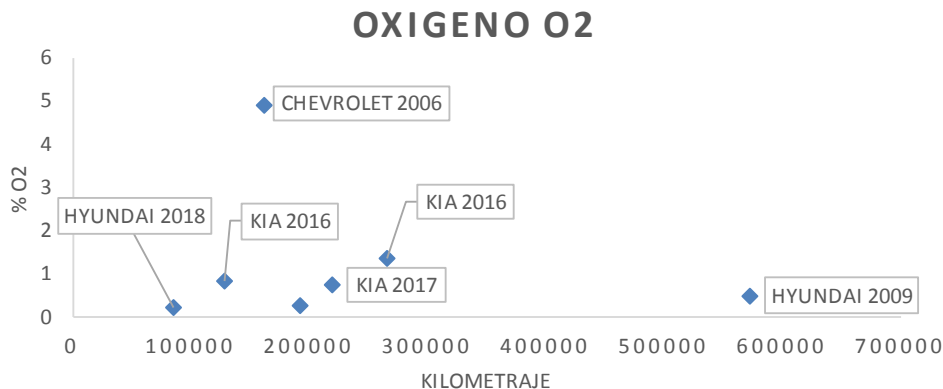


Figura 4. índices de O2 al mínimo según la marca y el kilometraje.

A.Prueba al máximo

La distancia de recorrido de un automotor es una base fundamental que determina la degradación de la sonda lambda Luetin [19], menciona que el deterioro de los sistemas que comprenden un vehículo, afecta relativamente al correcto funcionamiento del mismo. Es por tal que Bosch [20] relaciona la degradación de los diferentes sensores que comprenden un vehículo con el tiempo de uso, que a su vez se relacionan directamente

con el kilometraje de recorrido. El caso de este estudio, arroja un 5% de error en la toma de medidas, que es un rango bajo y no afecta en el desarrollo de la investigación.

Para la prueba al máximo se la realiza posterior a la primera que es al mínimo estableciendo una aceleración en su mayoría estable de 2500 rpm durante 30 segundos para la toma de mediciones.

TABLA VII. índices de CO al máximo según la marca, año y kilometraje.

MARCA	CO	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	1,45	2016	265351
HYUNDAI	0,33	2009	572238
KIA	0,68	2017	219497
HYUNDAI	0,12	2018	84825
KIA	0,6	2016	127740
CHEVROLET	0,42	2006	2012
NISSAN	0,03	2012	192605

Para este caso se aprecia que un solo vehículo identificado como Kia 2016 tabla VII, no cumple los parámetros establecidos como se aprecia en la tabla IX que debe ser inferior a 1,00 excediendo con un valor de 1,45 y más notorio el deterioro referente a propiedades físicas y químicas estables del sensor de oxígeno produciendo alteraciones en la estructura química de ma-

nera que se deforma la estructura porosa interna como lo asevera Maolin Zhang [15] evidenciándose la certeza de ese trabajo con la experimentación realizada de manera técnica como se lo ha llevado a cabo en este trabajo de investigación. Por lo contrario, se menciona que satisfactoriamente más del 80% de casos si cumplen con los parámetros permisibles [13]

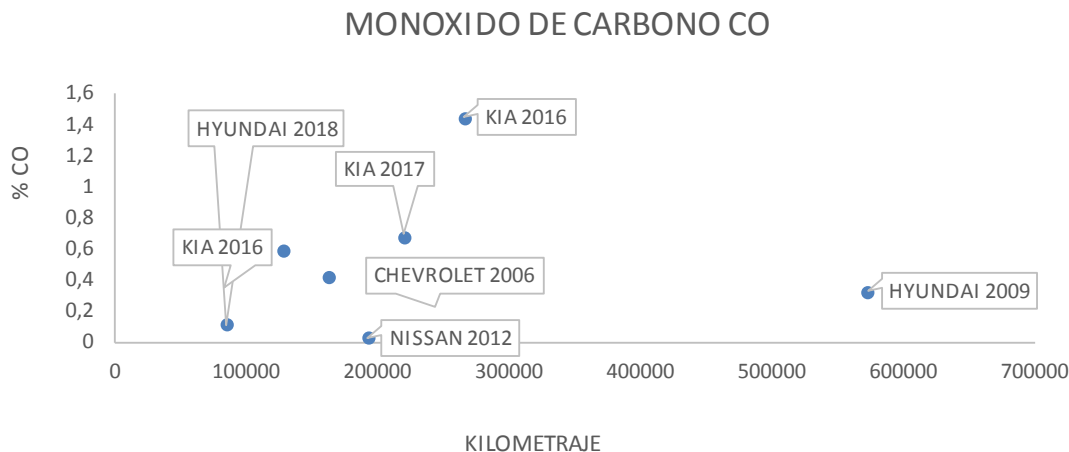


Figura 5. índices de CO al máximo según el kilometraje recorrido.

TABLA VIII. índices de HC al máximo según la marca, año y kilometraje recorrido.

MARCA	HC	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	166	2016	265351
HYUNDAI	114	2009	572238
KIA	181	2017	219497
HYUNDAI	74	2018	84825
KIA	126	2016	127740
CHEVROLET	85	2006	162260
NISSAN	18	2012	192605

Este es un caso en el que el 100% de los vehículos estudiados cumplen con los índices permisibles es decir que no representarían amenazas de contaminación con este tipo de gas cuando el caso sea que el vehículo en funcionamiento esto puede darse como resultado del estado físico (altitud) del lugar en donde se desarrolló el estudio lo que refleja una similitud con un estudio realizado en la capital del Ecuador en una delimitación

temporal simultáneamente paralela a esta indagación de manera que en ambos casos se certifique la veracidad del trabajo de investigación y es por ello que tanto los agentes físicos del medioambiente como los agentes químicos de la combustión conspiran en la eficiencia de los procesos de combustión de la mezcla aire combustible [16] [14].

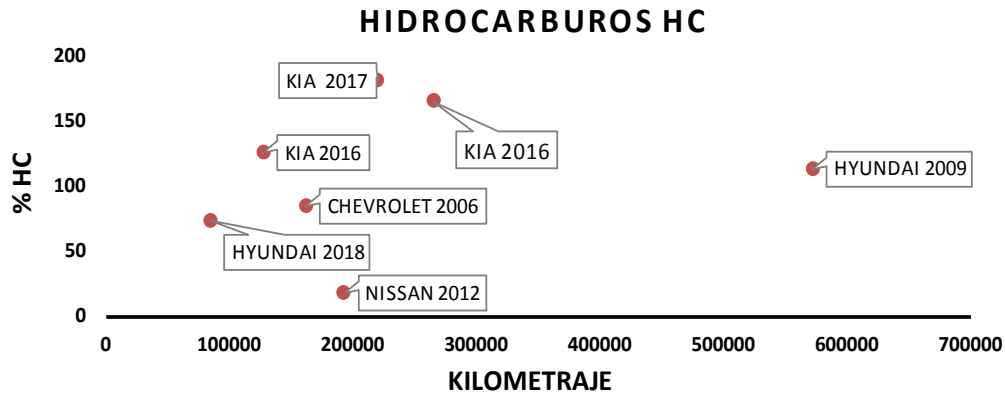


Figura 6. índices de HC al máximo según el kilometraje recorrido.

TABLA IX. Índices de O2 al máximo según la marca de vehículos, año y distancia recorrida.

MARCA	O2	AÑO	KILOMETRAJE
KIA	0,52	2016	265351
HYUNDAI	0,57	2009	572238
KIA	1,05	2017	219497
HYUNDAI	0,07	2018	84825
KIA	0,92	2016	127740
CHEVROLET	1,12	2006	2012
NISSAN	0,09	2012	192605

En esta representación gráfica se demuestra que de la misma manera todos los casos cumplen con la normativa a pesar del kilometraje en funcionamiento del vehículo y por ende del sensor con un énfasis en este punto en el sistema de encendido puesto que a modo que el kilometraje del vehículo va ascendiendo también se podría degradar otros componentes que intervienen

en la combustión del motor de combustión interna [17] y este es el caso del sistema de encendido para ser más específicos de las bujías por ello también se dice que el resultado de este gas analizado pudo haber sido favorecido por el estado óptimo del sistema de encendido de cada automotor [18].

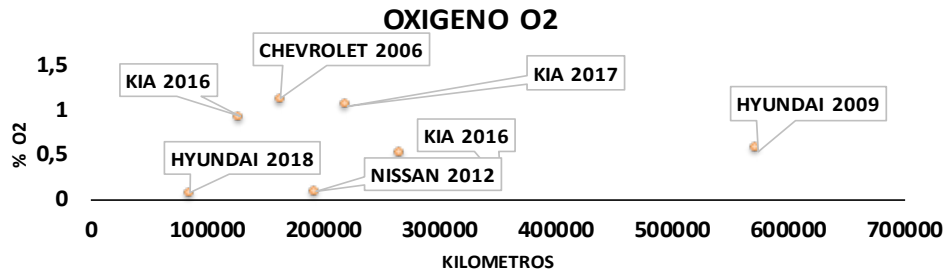


Figura 7. índices de O2 al máximo según la marca y kilometraje

Se debe considerar que la relación entre el rendimiento de un motor de combustión interna tiene un rendimiento de hasta el 40%. Con respecto al combustible. Y la sonda lambda está diseñada para funcionar un promedio de 100 000 km con un motor afinado.

Los mantenimientos óptimos de la sonda lambda son:

- 1.- Utilizar el combustible con mayor octanaje para tener un buen encendido
- 2.- Hacer el cambio de filtros de aire y combustible periódicamente
- 3.- Realizar el cambio periódico de bujías recomendadas por el fabricante.
- 4.- La sonda lambda se debe de hacer una limpieza de carbonilla a los 50 000km y un cambio de la misma a partir de los 160 000 km.

V.CONCLUSIONES

El tipo de mantenimiento del vehículo y la manera idónea de conducción influyen directamente en la vida útil de la sonda lambda y de manera simultánea el estado e del sensor influirá en el rendimiento del motor del vehículo.

A medida que el kilometraje de los automotores en estudio incrementa de igual manera va aumentando el índice de degradación del material base del sensor de oxígeno.

El sensor de oxígeno es un componente esencial en el vehículo puesto que desde su introducción en el campo automotriz cumple un rol importante como es el de reducir el índice de emisiones contaminantes y de igual manera garantizar que se cumpla la relación de aire y combustible y mantenerse en un nivel estequiométrico.

Los niveles de los diferentes gases en estudio pueden agilizar el proceso de degradación del sensor dependiendo los índices de presencia en los gases que mide el sensor O₂.

En algunos casos de esta investigación se apreció que el estado excesivo de degradación del sensor influiría a la ECU (Unidad de control electrónico) del vehículo a someterse en un estado de emergencia enviando una sola señal que daría como resultado una mezcla de aire combustible rica para evitar deficiencias en el funcionamiento del motor.

REFERENCIAS

- [1]G. Reyes , J. Iñiguez , C. Soria y J. Yopez, «Estudio de emisiones contaminantes utilizando mezcla de gasolina e hidrogeno como combustible en un motor de combustión interna a 2800 m.s.n.m.» Revista Científica y Tecnológica UPSE, pp. 19-28, 2018.
- [2]Augusto, «Uso del sensor de sonda lambda como

sensor de presión,» Blucher Proceedings, pp. 1-2, 2017.

[3]M. Zhang, T. Ning, P. Sun, Y. Yan, D. Zhang y Z. Li, «Sonda lambda en variación de materiales,» Elsevier, pp. 2-4, 2017.

[4] A. Ghofur, S. A. Hadi y M. Dharma Putr, «Potential fly ash waste as catalytic converter for reduction of HC and CO emissions,» Sustainable Environment Research, vol. 28, n° Issue 6, pp. 357-362, 2018.

[5]Y. Long, G. Li, Z. Zhang, J. Liang, L. Mao y Y. Li , «Effects of reformed exhaust gas recirculation on the HC and CO emissions of a spark-ignition engine fueled with LNG,» International Journal of Hydrogen Energy, vol. 43, n° Issue 45, pp. 21070-21078, 2018.

[6]A. Hasan, A. Abu-Jrai, A. Al-Muhtaseb, A. Tsolakis y H. Xu, «HC, CO and NOx emissions reduction efficiency of a prototype catalyst in gasoline bi-mode SI/HCCI engine,» Journal of Environmental Chemical, vol. 4, n° Issue 2, pp. 2410-2416, 2016.

[7]L. A. Caiza-Quishpe, «Caracterización de erosión de bujías después del servicio de campo en motores gasolina,» MEMORIAS DEL CONGRESO REDU VI 2018, vol. 6, p. 125, 2018.

[8]C. Gallardo-Naula, D. Cardoso-Totoy, L. A. Caiza-Quishpe y S. Otero-Potosi, «IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO DE EJE VERTICAL SAVÓNICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 120 V,» Ciencia y Tecnología, vol. 23, n° 93, pp. 55-64, 2018.

[9]Globaltech, «Globaltech,» [En línea]. Available: <https://globaltech-car.com/producto/analizador-de-gases-brain-bee-modelo-ags-688/#dfp>.

[10]Globaltech, «Catalogo analisis de gases y equipos para revisión tecnica vehicular,» Quito, 2015.

[11]Reviplus, «Centro de Inspección Tecnica Vehicular,» Reviplus, 01 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <http://reviplus.com>.

[12]L. Tipanluisa, A. Remache, C. Ayabaca y S. Reina , «Emisiones contaminantes de un motor de gasolina funcionando a dos cotas de combustible de dos calidades,» Informacion Tecnologica, pp. 3-12, 2017.

[13]M. Zhang , T. Ning, P. Sun, D. Zhang, Y. Yan y Z. Li, «Lambda oxygen sensor degradation mechanism,» Elsevier, pp. 1-7, 2018.

[14]M. Zhang, X. Ji, Z. Li, Y. Yan y Y. Huang , «Adverse effects on the lambda oxygen sensor,» Sensors and actuators, pp. 3-5, 2017.

[15]J. C. Rocha, E. Llanes-Cedeño, J. Andrade , L. A. Caiza-Quishpe y J. Leguisamo, «Incidencia del uso de gasolina extra y mezcla al 5 % con etanol anhidro en los microfiltros de los inyectores multipunto,» Enfoque UTE, vol. 10, pp. 28-38, 2018.

[16]S. A. Otero Potosi, «Motor de Combustión Inter-

na,» de Manual Básico del Automovil y su Motor, Ibarra, IST 17 de Julio, 2017, p. 17.

[17]L. A. Caiza , «Caracterización de erosión de bujias despues de servicio de campo en motores gasolina,» Congreso REDU VI, nº VI, p. 125, 2018.

[18]Bosch, «Bosch Sensores,» 26 octubre 2019. [En línea]. Available: https://es.bosch-automotive.com/es/internet/parts/parts_and_accessories/electronics_and_accessories/sensors_17/sensors_18.html. [Último acceso: 10 Octubre 2019].

[19]I. Garbayo, A. Morata , D. Pla, M. Salleras, N. Se-

bate , A. Tarancón y J. Morante , «Zirconia Sensor de Oxigeno,» Elsevier, pp. 1-4, 2014.

[20] J. Iñiguez Izquierdo, G. Gorky Reyes, C. Rivera Rivera y E. Vera Orbe , «Estudio de emisiones contaminantes producidas por un motor otto con el uso de gasolina y un combustible a base de 95% de gasolina t 5% Etanol,» INNOVA Research Journal, pp. 11-18, 2017.

[21]Tecnofuel, «Launch,» Tecnofuel Launch x-341, 2015. [En línea]. Available: http://www.tecnofuelsoporte.com.mx/assets/manual_x_431_pro.pdf.

RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR DEL SECTOR BANANERO DE LA PROVINCIA DE LOS RÍOS ECUADOR

Ochoa-Rivera Roberto ¹, Caisa-Yucailla David ².
robertoeorivera1980@hotmail.com ¹, eliasdcaisa@uta.edu.ec ²
<https://orcid.org/0000-0001-9923-0401> ¹, <https://orcid.org/0000-0003-4168-4800> ².
Universidad Técnica de Ambato

Recibido (08/10/19), Aceptado (21/12/19)

Resumen: Responsabilidad Social Corporativa (RSC) hoy en día se ha convertido en un reto para las organizaciones del futuro, puesto que, genera impacto en la economía actual debido al compromiso legal que ejerce en sus grupos de interés para estimular y promover su comportamiento, por ello, se estudió al sector bananero de la provincia de Los Ríos-Ecuador. El objetivo del estudio fue determinar si la implementación del modelo de responsabilidad social corporativa a través de la ISO 26000 genera un impacto en el comportamiento del consumidor del sector bananero. El resultado principal reveló que el proceso de comercialización es el que tiene incidencia, y se descartó que incida directamente en la compra del consumidor. Se concluyó que todas las empresas que se encuentran inmersas en el sector bananero han implementado la normativa ISO 26000, pues, es un elemento fundamental para comercializar con países extranjeros, pues, se lo cataloga como política de comercialización extranjera.

Palabras Clave: Responsabilidad social corporativa, comportamiento del consumidor, sector bananero.

CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY: STUDY OF CONSUMER BEHAVIOR IN THE BANANA SECTOR OF THE PROVINCE OF LOS RÍOS ECUADOR

Abstract: Corporate Social Responsibility (CSR) today has become a challenge for organizations of the future, since it generates an impact on the current economy due to the legal commitment that it exerts on its stakeholders to stimulate and promote their behavior, therefore, the banana sector of the province of Los Ríos-Ecuador was studied. The objective of the study was to determine whether the implementation of the corporate social responsibility model through ISO 26000 generates an impact on the consumer behavior of the banana sector. The main result revealed that the marketing process is the one that has an impact, and it was ruled out that it directly affects the consumer's purchase. It was concluded that all the companies that are immersed in the banana sector have implemented the ISO 26000 norm, therefore, it is a fundamental element for marketing with foreign countries, because it is classified as a foreign marketing policy.

Keywords: Corporate social responsibility, consumer behavior, banana sector.

I. INTRODUCCIÓN

La responsabilidad social corporativa es observada por gobiernos, investigadores y organismos privados por su compromiso hacia el cuidado del medio ambiente y apoyo a los grupos vulnerables [1]. En este sentido, la ISO propone una normativa denominada norma ISO 26000 [2], en el cual establece una guía para apoyar a las empresas a demostrar de forma transparente su compromiso con los grupos de interés e incrementar la credibilidad de sus informes en materia de Responsabilidad Social Corporativa [3].

Este artículo contiene indagación sobre el marco conceptual de la Responsabilidad Social Corporativa abreviado como (RSC) en adelante. De la misma forma, su situación actual en el Ecuador; y las acciones necesarias para desarrollar y posicionar el concepto como instrumento importante de la gestión corporativa [4]. Peculiarmente, se detalla los beneficios y dimensiones de relación con la RSC [5]. Se estableció la evolución que presenta la responsabilidad social en las organizaciones con relación al desarrollo de sostenibilidad y cuidado al medio ambiente [6].

En el mundo corporativo existen cambios para obtener resultados positivos financieros y con aspectos relevantes a la participación de las organizaciones con los individuos y el entorno con el fin de conseguir un apoyo de futuras generaciones y obligarlas a ser más competitivas con estrategias apegadas al cuidado de sus grupos de interés [7].

Diferentes autores han catalogado a la distribución de la riqueza en las naciones, la explotación de los bienes sin preservar el ambiente natural, la necesidad de prestar atención a las condiciones y derechos de los trabajadores en el mundo, como elementos sustanciales al referirse a la RSC como resultado de una gestión óptima y una distribución más justa de los recursos [8] [9].

Como prambulo de normativas regulatorias, Peralta [10] afirma que la promulgación de la norma ISO 26000 en el año 2010 destaca a la responsabilidad social corporativa por los efectos positivos que generan las actividades que pueden afectar negativamente al medio ambiente y a la sociedad en general [10]. Por esto, la norma insta a las organizaciones mostrar conducta transparente, con la contribución al desarrollo sostenible, lo que incluye salud, bienestar de la sociedad y cuidado del medio ambiente, mediante normas internacionales de conducta e integración de las relaciones organizacionales [9].

Millones de empresas y sus directivos a nivel mundial van desarrollando acciones inmersas en actividades de carácter social y corporativa, lo que permite comprender funciones básicas para la sociedad. Paralela-

mente, la sociedad es un grupo indispensable dentro de la cultura corporativa [11]. Hoy en día, las empresas se ven comprometidas en el bienestar social y la contribución hacia el cuidado del patrimonio común, con conciencia social. De allí, pocas son las empresas que han realizado actividades de responsabilidad social, e igualmente son escasas las fundaciones, ONG's pertenecientes a corporaciones, y organizaciones de la sociedad civil que desarrollan programas y proyectos referidos al tema.

Algunas de estas empresas u organizaciones han comenzado haciendo filantropía, es decir, donación de dinero, bienes o servicios. Generalmente, producidos por la empresa hacia grupos de personas que demandan requerimientos específicos; la filantropía no establece ninguna relación formal entre la empresa y su entorno comunitario o social, la relación empresa-comunidad o empresa-sociedad es débil o inexistente [12].

Otras empresas han optado por la inversión social corporativa. Este mecanismo direcciona recursos económicos o acciones para mostrarse amigables con la comunidad, esto puede o no lograr mayor o menor relación y compromiso con ella. Por eso, la empresa debe definir en el tiempo su relación con la comunidad.

En el país, las empresas consideran que eficiencia, productividad y rentabilidad son importantes, pero al mismo tiempo saben que es necesario actuar con responsabilidad social, es decir, maximizar los beneficios económicos y contribuir al bienestar de la comunidad y sociedad, simultáneamente [13].

Las empresas que deciden incorporar en su gestión corporativa actividades de RSC demandan capacitación en aspectos conceptuales, teóricos y metodológicos de la RSC. A continuación, se puntualiza algunas consideraciones generales acerca de la situación actual de la RSC en el Ecuador: inadecuada estrategia y política pública, marco jurídico público, ausencia de instrumentos y mecanismos, poca información al empresariado sobre los beneficios, concientización, mínimo presupuesto para financiar proyectos de RSC, fomentar la investigación y estudios con base a RSC desde una perspectiva sistémica, lograr una participación institucional de cámaras, lograr la cooperación financiera y técnica de organismos internacionales, fortalecer la cooperación con redes internacionales o extranjeras que trabajan en RSC, crear una base de datos de las empresas que tienen un modelo de RSC.

El objetivo del estudio fue determinar si la implementación del modelo de RSC a través de la ISO 26000 genera un impacto en el comportamiento del consumidor del sector bananero.

El artículo se encuentra estructurado de la siguiente

manera Sección I. Introducción, donde se hace referencia a la problemática de estudio, pregunta y objetivo de investigación; Sección II. Desarrollo, se puso en manifiesto los principales conceptos y teorías que afirman el proceso de revisión literaria; Sección III. Metodología, se estructura el diseño de la investigación según su enfoque, modalidad, alcance. Sección IV. Resultados, se expresa los hallazgos obtenidos al finalizar la aplicación del modelo de gestión; Sección V. Conclusiones, establece el desenlace y cumplimiento del objetivo de investigación.

II. DESARROLLO

A. Responsabilidad social corporativa (RSC)

La RSC es la forma en que las empresas se caracterizan por tener en cuenta los impactos generados por sus actividades sobre sus clientes, empleados, accionistas, comunidades locales, medioambiente y sobre la sociedad en general [14].

Lo anterior necesita del cumplimiento obligatorio de la legislación nacional e internacional en todos sus ámbitos; es decir, en lo social, medio ambiente y los derechos humanos, así como toda acción voluntaria que las organizaciones quiera emprender para mejorar la calidad de vida y el buen vivir de sus empleados, comunidades y de la sociedad en su conjunto [14].

Otro concepto acertado, es el propuesto por el Consorcio Ecuatoriano de Responsabilidad Social [13] quien menciona que la RSC es inherente a la empresa, y que se ha convertido en una forma de gestión de negocios, en la cual las organizaciones se preocupan de sus operaciones en lo económico, lo social y lo ambiental; reconociendo que existen intereses de distintos grupos con los que se relaciona, por lo cual busca la preservación del medio ambiente y la sustentabilidad de las generaciones futuras. También menciona, que la RSC es una visión de negocios que integra el respeto por las personas, valores éticos, comunidad y medioambiente con la gestión misma de la empresa. Por ello, indepen-

dientemente de los productos o servicios, o del sector productivo al que pertenece, de su tamaño o nacionalidad, estas deben prever acciones positivas que amortigüen los impactos [14].

Dentro del sector bananero que es donde se enfoca la investigación, también es bien visto la responsabilidad social, pues los químicos utilizados como materia prima durante la siembra y la cosecha, suelen tener efectos secundarios en la salud de las personas en el corto, mediano y largo plazo, y no solo sobre los operadores o trabajadores, sino de manera general a todos quienes estén cerca; por ello las políticas sociales y de protección ambiental, deben ser oportunas y bien enfocadas, de manera que, las empresas salvaguarden a los clientes internos y externos, además que entreguen productos de calidad para su exportación y consumo interno.

La adopción de estos criterios de RSC en este sector, involucra la formalización de políticas y sistemas de gestión en lo económico, social y medioambiental; así como la transparencia informativa respecto de los resultados alcanzados en tales ámbitos; puesto que dicha información sirve de base o eje para futuros estudios o investigaciones que permitan un mejoramiento no solo en lo productivo y económico, sino también sobre las acciones que se tomen sobre las externalidades de las bananeras. A partir de dicho indicio, se procedió a establecer la definición de las variables.

La responsabilidad parte de la integridad haciendo lo correcto corporativamente, también mide diferentes factores como las necesidades, las expectativas y los valores que forman a las sociedades; de esta manera, los niveles de responsabilidad se pueden entender y organizar en su dimensión económica interna, su responsabilidad el enfoque hacia la generación y distribución del valor agregado entre los colaboradores y los accionistas, considerando las condiciones de mercado, la equidad y la justicia como se detalla en la Tabla I [15].

Tabla I. Dimensión Integral

Dimensión	Función
Económica Externa	Implica la generación y distribución de bienes y servicios útiles, rentables para la comunidad.
Social Interna	Implica la responsabilidad compartida de inversionistas, directivos, colaboradores y proveedores en espera del cuidado y calidad de vida en el trabajo y el desarrollo integral y pleno de todos ellos
Sociocultural y política externa	Contribuye con tiempo y recursos a la generación de condiciones que permitan y favorezcan la expansión del espíritu corporativa y el pleno desarrollo de las comunidades.
Ecológica Interna	Responsabilidad sobre las repercusiones ambientales de sus procesos, productos y subproductos
Ecológica Externa	Contribuirá la preservación y mejora de la herencia ecológica común para el bien de la humanidad actual y futura

Estas dimensiones son direccionadas estratégicamente con acciones específicas con el fin de que cada empresa la tome a favor de su empresa y de acuerdo a la disponibilidad de sus recursos, de manera individual o con el apoyo de las personas en su entorno con finalidades similares [16].

Impacto de la responsabilidad social corporativa

En la actualidad un número creciente de compañías contribuyen al diseño, mantenimiento y desarrollo del entorno social por medio de sus políticas y actividades de RSC. Es en este sentido que las empresas no son ya observadas sólo como actores económicos, sino que también han pasado a ser (obligados por la fuerza de los hechos) actores sociales activos, en una sociedad que busca resolver las cuestiones de equilibrio entre el nuevo orden económico y el orden social, en busca de un reparto equitativo [17].

La Responsabilidad Social Corporativa renueva la concepción de la empresa, otorgando a ésta una dimensión amplia e integradora, que va más allá de la mera cuestión económica en la que se incorpora perfectamente la triple faceta de la sostenibilidad: económica, social y medioambiental. El desarrollo sostenible se sitúa como fin a alcanzar por medio de la adecuada implantación de un modelo de empresa socialmente responsable, en el que los distintos grupos de interés o stakeholders, son el centro de atención esencial para la gestión.

A través de la expresión de las ideas e identificación de los elementos conceptuales de la RSC, se propone una definición precisa del concepto y se establece una clara diferenciación con otros términos relacionados con la RSC, frecuentemente utilizados de manera no apropiada, como, por ejemplo: acción social, reputación corporativa, ética corporativa, marketing con causa social, sostenibilidad, entre otros. La Responsabilidad Social Corporativa ha sido definida desde diversos ámbitos de modos muy distintos. A pesar de esta diversidad conceptual, en casi todos los enfoques es posible encontrar un fondo común que ha permitido llegar a un cierto consenso sobre el concepto de RSC [18].

Compromisos de las empresas RSC

Puede definirse como la integración voluntaria por parte de cualquier de organización de temas sociales y ambientales tanto en sus operaciones comerciales, como en los procesos productivos y en las relaciones con los grupos de interés: clientes, proveedores, trabajadores, sindicatos, etc. [2]

Cualquiera que sea la definición adoptada para el compromiso de la empresa, todas coinciden en la necesidad de promover las buenas prácticas en los negocios,

a través, de asumir por parte de la empresa la responsabilidad de los impactos que generan la actividad productiva a la que se dedica. [19]

Balance social

El balance social surge en la década de los años 60 en Estados Unidos, y se define como un instrumento de administración y control que debe recoger, medir y exponer el cumplimiento de la responsabilidad social de la empresa [20].

Consumidores

En el Ecuador se entiende por consumidor según la Ley Orgánica de Defensa Del Consumidor [21] Art. 2 como toda persona natural o jurídica que como destinatario final adquiera, utilice o disfrute bienes o servicios, o bien reciba oferta para ello. Todo ciudadano se transforma en consumidor desde su nacimiento, debido a que utiliza productos o servicios que son naturalizados como propios sin necesidad de desearlos [22].

Los consumidores son aquellas personas que por la necesidad adquieren bienes y servicios que se encuentran disponibles en los mercados, por lo cual es libre de elegir el que mayormente le conviene. En los últimos años, el consumidor es más exigente y prevé que las empresas cuenten con estándares de calidad y responsabilidad social, sin importar el sector. Debido al cambio climático las personas adquieren productos que sean orgánicos y que en sus procesos productivos hayan sido amigables con el planeta.

B.Análisis de los consumidores

En la actualidad, analizar el comportamiento de un consumidor es mucho más complejo que hace algunos años ya que, con el paso de estos años y la evolución tenida, en los mercados han aparecido nuevas necesidades, tendencias, deseos, es decir, un nuevo consumidor por satisfacer [23].

Necesidades de los consumidores

Existen motivos fisiológicos que impulsan a los consumidores a realizar compras de productos o servicios, entre estos instintos se encuentran hambre, sed, dolor, cansancio y libido [24].

Decisión de compras

El consumidor al momento de hacer compras debe tomar algunas decisiones bajo diferentes circunstancias. Entre estas se encuentran las principales características involucradas en el proceso de decisión de compra [25].

Toda decisión de compra requiere un proceso que puede ser más o menos consciente, pero no es neces-

rio que ese proceso se efectuó en el mismo lugar, considerando cuatro etapas que conforman la decisión de compra, las cuales son: reconocimiento de la necesidad, búsqueda de la información, evaluación de alternativas, decisión de compra y comportamiento pos compra [26].

C. Responsabilidad social corporativa y consumidores

Revisado la revisión bibliográfica de los postulados de diferentes autores cuyas publicaciones se encuentran en diferentes revistas y repositorios digitales; se observa que la responsabilidad social corporativa, no solo es motivo de estudio en las empresas, sino que es importante revisar los casos de los consumidores, que son quienes reciben los bienes o servicios producidos, dentro de estos se toparon temas como la sustentabilidad y sostenibilidad, donde se habla de que mundo dejan para las futuras generaciones; por ello, la responsabilidad social es de todos.

Los consumidores forman parte de este proceso de transformación, pues sus necesidades y exigencias hacen que las industrias y diferentes sectores innoven en tecnología limpia y renovable, que se implementen procesos de calidad, entre otros conceptos que dan como resultado, consumidores satisfechos de productos y servicios percibidos. A su vez, sepan adquirir dichos bienes, pues, contribuyen con causas positivas de desarrollo local, económico, ambiental y social.

Los consumidores son el último eslabón del sistema económico. Sus decisiones y la forma de consumir, suponen una influencia decisiva que puede orientar a las empresas a la hora de definir sus estrategias y de plantearse sus principios. La suma de la responsabilidad y el poder de los consumidores pueden y deben producir impactos positivos para toda la sociedad. Sin embargo, el consumidor juega un papel importante en el desarrollo de un consumo responsable, puesto que, se le instruye en un cambio cultural diario de los ciudadanos e conjunto a las empresas y gobiernos [14].

III. METODOLOGÍA

El estudio presentó un diseño metodológico de orden cualitativo y cuantitativo, el primero describe o detalla textualmente los elementos y conceptos de la responsabilidad social en el asunto de los consumidores del sector bananero. El segundo, refleja resultados de análisis estadísticos de la unidad de estudio. Por otra parte, se utiliza una modalidad básica de investigación bibliográfica y de campo; de la misma manera, la bibliográfica recoge las principales concepciones de autores entendidos en el tema, y la investigación de campo, se la realiza a través de instrumentos que se aplican a las

empresas bananeras, a fin de extraer información, que contribuya a realizar un análisis exacto sobre la RSC y el análisis del comportamiento del consumidor en las empresas bananeras de la provincia de Los Ríos.

En cuanto al nivel de investigación, se realizó un análisis correlacional, pues, se encarga de verificar criterios hipotéticos a partir de la relación entre las variables de estudio y la unidad de análisis [27].

A. Procedimiento

Para la recolección de la información lo primero que se realizó es el establecimiento de la población que será participe del estudio; la cual corresponde a las bananeras de la provincia de Los Ríos, para ello se utiliza la consigna de población selecta o por conveniencia, ya que esta población la escoge el autor bajo criterios y parámetros que le sirven para la investigación.

Como población de estudio se procedió a trabajar con 50 empresas del sector bananero que se encuentren en la Provincia de los Ríos, que tengan personería jurídica, que se dediquen a las exportaciones de banano, que solo tengan como actividad la producción y comercialización del banano; para ello, se recurre a distintas fuentes como el SRI [28], el INEC [29] y asociaciones del sector, a fin de que se proporcione la base de datos y así encuestar a estas empresas.

Según la población de estudio, se seleccionó como técnica de recolección de información a la encuesta, sus preguntas fueron diseñadas acorde a la escala de Likert. De igual manera, se detalla el significado de cada sigla según la dimensión e ítem. (ver figura 1)

A continuación, se establece la interpretación de la codificación según su dimensión e ítems: Aplic. de Responsabilidad Social Corporativa (ARSC), (UN) Nivel de Utilización de RSC, (AM) Aporte al medioambiente, (GV) Grupos vulnerables, (PE) Producción Eficiente, (RP) Preocupación de accionistas por RSC, (ID) Imagen bananera mejora por RSC, (PG) Apoyo gubernamental, (CI) Crecimiento por implementación; Comercialización (COM), (VA) Valor agregado, (CE) Cantidad de exportación; Stakeholders (STK), (CE) Cumplimiento con empleados, (CC) Acuerdos de cooperación, (FRS) Filosofía empresarial de RSC, (PSTV) Postventa, (RP) Proveedores, Consumidor (CONS), (ND) Necesidades de clientes, (FV) Factores sociales, (FP) Factores psicológicos, (PV) Procesos de venta establecidos, Medición de Recursos Económicos (MRE), (INI) inversión inicial, (IM) Aporte de impuestos, (CT) Costos totales de empresa, (GA) Ganancias anuales.

Responsabilidad Social Corporativa en el Sector Bananero	ARSC	UN
		AM
		GV
		PE
		RP
		ID
		PG
	CI	
	COM	VA
		CE
	STK	CE
		CC
		FRS
		PSTV
CONS	RP	
	ND	
	FV	
MRE	FP	
	PV	
	INI	
	IM	
	CT	
	GA	

Figura 1. Responsabilidad social corporativa, según codificación dimensión-ítem.

Se aplicó el coeficiente de Cronbach, necesario para conocer la fiabilidad de la escala de medición del instrumento. Se determinó un $\alpha=0,857$ que representa una valoración fuerte positiva. Por tanto, se procedió a aplicar el instrumento. (ver tabla II)

Tabla II. Fiabilidad del instrumento de aplicación

Tabla II. Fiabilidad del instrumento de aplicación	
Alfa de Cronbach	N de elementos
0,857	14

Así mismo, en la discusión del trabajo se ejecutó el análisis de correlación de Spearman para verificar la relación entre dimensiones e ítems. No obstante, se estableció los criterios hipotéticos del estudio para aseverar cada uno de ellos.

IV.RESULTADOS

Dentro del análisis de datos se corroboró la validación de información mediante la aplicación del estadígrafo de correlación de spearman para validar los diferentes niveles de relación entre dimensión e ítems. Su interpretación fue representada mediante relación alta (**) y relación media (*). No obstante, en la tabla III se estableció la primera correlación entre dimensiones con el propósito de determinar factores de homogeneidad entre cada una de ellas.

Tabla III. Correlación de Spearman según dimensiones de estudio.

	ARSC	COM	STK	CONS	MRE
ARSC	1				
COM	,273*	1			
STK	,211	,532**	1		
CONS	,190	,472**	,439**	1	
MRE	,327*	,455**	,443**	,556**	1

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Según la correlación entre la dimensión Comercialización (COM), Stakeholders (STK), Consumidor (CONS) y Medición de recursos económicos (MRE) presentan una relación significativa con un 99% nivel de confianza. Por otro lado, entre las dimensiones Comercialización (COM), Aplicación de la Responsabilidad Social Corporativa (ARSC) y Medición de recursos económicos (MRE) revelaron que guardan relación a un nivel de confianza de 95%. Es decir, cada dimensión contribuye a la comprobación de las hipótesis de discusión, pues, se mantienen acorde al nivel de relación. (ver tabla IV)

Se logró determinar que existen 52 ítems de relación alta (**) y 43 ítems de relación media (*). Se identificó 96 ítems en los cuales no guardan relación. Sin embargo, se destacaron 43 ítems de negatividad de relación, es decir, se descarta su relación e incidencia entre variables de estudio. (ver Tabla IV)

Tabla IV. Correlaciones entre ítems establecidos en el cuestionario.

	NU	AM	GV	PE	RP	ID	PG	CI	VA	CE	CE	CC	FRS	PSTV	RP	ND	FV	FP	PV	INI	IM	CT	GA	
NU	1																							
AM	0,235	1																						
GV	,634**	0,146	1																					
PE	,501**	,365**	,285**	1																				
RP	0,054	0,13	0,104	,433**	1																			
ID	,328*	0,122	,510**	,397**	,557**	1																		
PG	0,207	,444**	,0094	,326*	0,18	0,132	1																	
CI	0,149	0,013	0,001	,488**	,427**	0,201	0,191	1																
VA	,555**	0,172	,391**	0,278	,372**	,363**	,345**	,410**	1															
CE	,377**	,477**	,311*	,392**	,354*	0,266	0,254	0,172	,482**	1														
CE	,353*	0,097	0,192	0,201	,378**	0,276	,321*	0,18	,560**	,322*	1													
CC	0,009	0,212	0,171	0,098	0,018	0,037	0,053	0,086	0,089	-0,304*	0,092	1												
FRS	,312	,298*	0,106	,341*	,456**	0,223	,333*	,315*	,510**	,408**	,366**	,324*	1											
PSTV	,295*	,292*	0,014	0,224	0,151	0,014	0,032	0,059	-0,06	0,17	0,018	,318*	0,241	1										
RP	0,037	0,013	0,146	0,231	0,145	0,131	,312*	0,225	0,042	0,001	0,284	,554**	,472**	,317*	1									
ND	0,13	0,027	0,012	,408**	,643**	,469**	0,277	,478**	,403**	,313**	,424**	0,004	,532**	-0,108	,350*	1								
FV	0,066	0,118	0,213	0,205	-0,04	0,006	0,168	0,078	0,174	0,128	0,185	,312*	0,148	,305*	0,177	0,032	1							
FP	0,032	0,001	0,035	0,075	0,038	0,165	0,157	0,025	0,135	0,12	0,056	0,259	0,1	0,122	0,059	0,056	0,21	1						
PV	,308*	,474**	0,229	,490**	0,242	0,192	,535**	0,172	,480**	,415**	,407**	0,227	,468**	0,151	,281*	,303*	0,048	-0,019	1					
INI	,302*	0,018	,287*	0,059	0,079	0,091	0,073	-0,26	0,116	,431**	0,166	0,074	0,237	0,216	0,166	0,002	0,009	0,154	0,257	1				
IM	,395**	0,179	0,153	0,206	0,009	0,108	0,035	0,033	0,246	,344*	0,146	0,08	,374**	,455**	0,087	0,074	,402**	0,152	0,195	,459**	1			
CT	,365*	0,243	,307*	0,236	0,105	0,195	0,058	-0,07	0,248	,592**	0,17	0,022	,317*	,320*	0,156	0,058	,339*	0,197	,305*	,740**	,587**	1		
GA	,433*	,336*	0,149	,406**	,283*	,297*	,315*	,308*	,512**	,503**	,428**	0,218	,593**	,327*	,355**	,375**	,428**	0,178	,476**	,456**	,699**	,660**	1	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Dentro del parámetro de aprobación o rechazo de hipótesis se toma en cuenta el siguiente criterio de decisión: los valores próximos a 1 indican una relación fuerte y positiva. Mientras que, los valores próximos a -1 indican una relación fuerte y negativa. De tal manera, si $0,50 \leq \rho \leq 1$ o $-1 \leq \rho \leq -0,50$ se aprueba la hipótesis, pero si $0,50 > \rho > -0,50$ se descarta el criterio hipotético.

De tal manera, se logró verificar que H1 no guarda relación, puesto que, la implementación de un modelo

de responsabilidad social corporativa no incide en las compras que generan las empresas comercializadoras del sector bananero. Por lo tanto, se procedió a descartar la hipótesis. No obstante, H2 mantiene una relación fuerte a nivel de $P < 0,01$. Entonces, se llegó a aseverar que la aplicación de un modelo de responsabilidad social corporativa por parte de las empresas del sector bananero si incide en el proceso de comercialización. (ver tabla V)

Tabla V. Validación de criterios hipotéticos.

Factor hipotético	Rho	Relación	Parámetro
H1. La implementación del modelo de responsabilidad social corporativa incide en las compras que generan las empresas extranjeras comercializadoras del sector bananero	,273	---	Se descarta la Hipótesis
H2. La aplicación de un modelo de responsabilidad social corporativa incide en el proceso de comercialización de las empresas del sector bananero.	,555	**	Aseveración del criterio hipotético

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Los resultados mostraron que los grupos de interés (Stakeholders) que se vinculan entorno a las empresas del sector bananero de la provincia de Los Ríos se ven influenciados por el valor agregado que generan hacia la sociedad y el medioambiente; sin embargo, las empresas del sector bananero no discuten dichas exigencias. Además, argumentan que por estar dentro de un sector que exporta los productos al mercado internacional, estos deben cumplir con exigencias de calidad y control preventivo de impactos o externalidades negativas.

Según Arredondo, Maldonado y de la Garza [28] concuerdan que una aplicación práctica de los resultados de este estudio es que las empresas tendrán que considerar el perfil de sus clientes con estas características (necesidades identificadas), y, tomando en cuenta sus criterios de decisión, avanzar hacia niveles de responsabilidad cada vez más altos. De igual manera, las empresas pueden ser castigadas por clientes (internos y externos) de las políticas de RSC. Cuando el cliente se ve decepcionado por esta falta de compromiso hacia la RSC, no se mantiene sin actuar, sino que en mayor o menor medida, toma acciones concretas en contra de la empresa [30]

Por ello, las prácticas responsables dentro de las organizaciones sin importar el sector, es bien visto por los consumidores y de hecho es uno de los motivos por el que las empresas realizan actividades sociales, y que la explotan como imagen verde, a fin de destacar como empresas socialmente responsables, pero en otros casos como el de las bananeras, deben cumplir con estandarizaciones, certificaciones y sellos verdes o de calidad, cumplimiento de requisitos mínimos para poder exportar los productos, puesto que sin todos estos requerimientos de la responsabilidad social corporativa, el mercado se cerraría y no tuvieran la más mínima apertura para actuar o comercializar estos productos. De igual manera, se considera la posición del consumidor y las nuevas tendencias en sus hábitos de compra, dentro de las cuales toma gran importancia su percepción acerca del comportamiento socialmente responsable, las empresas deben reconsiderar su opinión al respecto. Las empresas que estén sinceramente orientadas al consumidor, convencidas de que su existencia en el mercado depende de que éstos compren sus productos y/o servicios, tendrán que valorar o tomar en cuenta la percepción del consumidor, en la cual se conjugan valores del producto o servicio entre los que se cuentan las acciones socialmente responsables demostradas por las empresas [12].

Como se evidencia varios autores [3] [12] [18] mostraron una conclusión similar en sus investigaciones, puesto que, los grupos de interés si observan y reali-

zan su decisión de compra basado en empresas que son socialmente responsables; puesto que, este tipo de empresas realizan la gestión antes del envío, y ya en los mercados el cliente externo sabe que las empresas debieron seguir un proceso para ingresar al país, por lo que el producto a consumir tiene la calidad y respaldo de empresas que han mejorado sus procesos de producción sin dañar el medio ambiente o que debieron seguir el proceso de acreditación respectivo para ofertar este tipo de productos

V.CONCLUSIONES

Dentro del análisis de revisión de literatura, se enunció la definición de términos y normativas que rigen el problema de estudio según la perspectiva de varios autores; además que los antecedentes anotados sirvieron también para la discusión de resultados, lo cual conlleva a saber que los clientes internos y externos observan y tienen sobre un criterio positivo a las empresas socialmente responsables pues es un factor que interviene en el proceso de comercialización de las empresas.

Se estudió el comportamiento del consumidor del sector bananero de la provincia de Los Ríos con relación a la RSC. De igual manera, se estudió como hacen frente las empresas frente las exigencias del consumidor, a partir, del lineamiento organizacional del modelo de RSC. Se identificó que cada una de ellas cumple con las normativas internacionales y estandarización en los procesos productivos. Su causa principal es la exigencia del cumplimiento en los mercados internacionales.

En cuanto a los criterios hipotéticos señalados en el estudio se logró comprobar que la implementación y ejecución de la norma ISO 26000 referente a la Responsabilidad Social Corporativa tiene incidencia en el proceso de comercialización. Sin embargo, se descartó que incida directamente en las compras del consumidor.

Entonces, para que una empresa productora de banana en el Ecuador pueda acceder en la comercialización y convenios internacionales necesariamente deben contar con dicha norma, pues, garantiza calidad e implanta procesos de cuidado a los grupos vulnerables en los cuales se desenvuelve las empresas.

Finalmente, se recomienda continuar con estudios relacionados al comportamiento del consumidor en el sector bananero, a partir de los procesos de comercialización. Se sugiere analizar factores sociales y psicológicos que pudieran afectar dicho proceso.

REFERENCIAS

[1]M. Pérez, la responsabilidad social empresarial y su enfoque ambiental: una visión sostenible a futuro, República del Ecuador: Universidad Metropolitana, 2016.

- [2]ISO, Social Responsibility ISO 26000, consultado 27 Feb 2015, 2010.
- [3]R. Fernández, Responsabilidad Social Corporativa, San Vicente : ECU Club Universitario , 2015.
- [4]A. Valencia, «La responsabilidad social: análisis del enfoque de ISO 26000,» Redalyc, pp. 55-60, 2 diciembre 2015.
- [5]A. López, «La responsabilidad social empresarial desde la percepción del capital humano.,» Science Direct, p. 7, 2017.
- [6]J. Celli, «La gran inflexión: la responsabilidad social en el siglo XXI. Debates IESA,» Scielo , pp. 35-37, 2015.
- [7]F. Barroso, «La responsabilidad social empresarial: Un estudio en cuarenta empresas de la ciudad de Mérida,» Scielo, pp. 73-91, 2008.
- [8]D. Robaina, «Análisis de la Responsabilidad Social Empresarial basado en un modelo de Lógica Difusa Compensatoria,» Scielo, p. 58, 2015.
- [9]S. Waddock, «Building a new institutional infrastructure for corporate responsibility,» Scielo , Academy of Management Perspectives, 2008, p. 11.
- [10]B. Peralta, «Una vision sostenible al futuro,» Scielo, p. 13, 2016.
- [11]A. Aguilera, «Crecimiento empresarial basado en la Responsabilidad Social,» Scielo, p. 7, 2012.
- [12]F. León, «La percepción de la responsabilidad social empresarial por parte del consumidor,» Visión Gerencial, p. 93, 2018.
- [13]Consortio Ecuatoriano de Responsabilidad Social, La Responsabilidad Social Empresarial, Ecuador: CERS, 2018.
- [14]Observatorio de Responsabilidad Corporativa, «Introducción a la responsabilidad social corporativa,» España, ORC, 2014, p. 5.
- [15]H. Rangel, La Responsabilidad Social Empresarial: Una prioridad en el mundo moderno, México, 2002.
- [16]F. Cajiga, El concepto de Responsabilidad Social, México : CEMEFI, 2017.
- [17]P. Capriotti, Responsabilidad Social Empresarial, Santiago de Chile : PUCESA, 2010.
- [18]M. Reyno, Responsabilidad Social Empresarial como ventaja competitiva, Chile : Eumed, 2006.
- [19]Y. Antelo y D. Robaina, «Análisis de la Responsabilidad Social Empresarial basado en un modelo de Lógica Difusa Compensatoria,» Revista Cielo, pp. 58-69, 2015.
- [20]M. M. I. Manzano, M. M. N. Redondo y P. M. P. Robles, «La importancia del balance social como instrumento de la gestión: una propuesta de modelo para los centros especiales de empleo,» 2016.
- [21]Asamblea Nacional del Ecuador, «Ley Orgánica de Defensa Del Consumidor,» 2014.
- [22]A. W. Nieto y G. M. Gabriela, «Los derechos del consumidor y su desconocimiento en la sociedad,» Prisma Social, 2017.
- [23]A. R. Gianella, Á. M. Lisseth, F. A. Valerie y F. R. Caroline, «v-beta.urp.edu.pe,» 2016. [En línea]. Available: <http://v-beta.urp.edu.pe/pdf/id/1935/n/>.
- [24]Universidad Autónoma de America Latina, «https://ual.edu.mx/?utm_source=Internet,» 2015. [En línea]. Available: http://ual.dyndns.org/biblioteca/Comportamineto_del_Consumidor/Pdf/Unidad_02.pdf.
- [25] Universidad Interamericana de Desarrollo, «moodle2.unid.edu.mx,» 2018. [En línea]. Available: https://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/ejec/ME/AC/S01/AC01_Lectura.pdf.
- [26]P. Klioter, «www.mheducation.es,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.mheducation.es/bcv/guide/capitulo/8448176081.pdf>.
- [27]S. Pita y S. Pértegas, Investigación cuantitativa y cualitativa, España: CAD ATEN Primaria, 2012, pp. 76-78.
- [28]Servicio de Rentas Internas, «Informe del impuesto al banano,» Quito-Ecuador, 2015.
- [29]INEC, «Encuesta de superficie y producción agropecuaria continúa,» ESPAC, PICHINCHA, 2015.
- [30]F. Arredondo, V. Maldonado y J. De la Garza, «El consumidor ante la responsabilidad social corporativa,» Scielo, p. 303, 2011.
- [31]Asamblea Nacional del Ecuador, «Constitución de la República del Ecuador,» Montecristi, Asamblea Nacional del Ecuador, 2008.
- [32]A. G. Guido, «El Balance Social como una herramienta válida para representar la Responsabilidad Social en las Empresas Chilenas,» Ciencia UNEMI, 2015.

AL-1%CU COMPOSITE MATERIAL REINFORCED WITH AL₂O₃ PARTICLES CHARACTERIZATION

Romero, Maguampi¹, Gómez, Leonir¹, Camero, Sonia² y Yopez, William³

¹Universidad Nacional Experimental de Guayana, UNEG;

²Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales, Caracas-Venezuela 105³,

³Universidad Nacional Experimental “Antonio José de Sucre” UNEXPO Puerto Ordaz.
<https://orcid.org/0000-0006-1935-6552>

Recibido (03/12/19), Aceptado (18/12/19)

Abstract: An Aluminium-1% Cu composite material reinforced with ceramic particles in proportions 5, 10 and 15 % by weight is processed via powder metallurgy by mechanical mixture, the materials used are industrial manufacturing residual waste. Once mixed, 300 MPa uniaxial compacting process cylindrical probes were obtained for each proportions, they were sintered at 530° C for 4 hours. Sintered probes microstructure characterization and chemical microanalysis were obtained by Scanning Electronic Microscopy/Optical Microscopy and Energy Dispersive Spectrometry (EDS); furthermore, compressibility percentage calculations and microhardness tests were carried out. The results show an equiaxial grain microstructure with a high cohesion degree and good reinforcement distribution, in the same way a percentage of 5-10% indicates a better compressibility percentage in relation to the microhardness, which could guarantee a good material performance in future conforming process.

Palabras Clave: Aluminium, mechanical mixture, composites, residual waste.

CARACTERIZACIÓN DE UN MATERIAL COMPUESTO AL-1%CU, REFORZADO CON PARTÍCULAS DE AL₂O₃

Resumen: Se procesa vía pulvimetalurgia mediante mezcla mecánica un compuesto Al-1%Cu, reforzado con partículas cerámicas en proporciones 5, 10 y 15% en peso, los materiales utilizados son residuos de procesos de manufactura industrial. Una vez mezclados, se obtuvieron probetas cilíndricas por compactado uniaxial a 300 MPa con cada una de las proporciones, fueron sinterizadas a 530 °C por 4 horas. La caracterización de la microestructura y los análisis químicos de las probetas sinterizadas fueron obtenidas mediante Microscopía Óptica/Microscopía Electrónica de Barrido y microanálisis químico por Espectroscopía de Energía Dispersiva (EDS); además, se realizaron los cálculos del porcentaje de compresibilidad y ensayos de microdureza. Los resultados revelan una microestructura de granos equiaxiales con un alto grado de cohesión y buena distribución del refuerzo, igualmente para un porcentaje de 5-10% indica un mejor porcentaje de compresibilidad en relación a la microdureza, lo que pudiera garantizar un buen desempeño del material en futuros procesos de conformado.

Keywords: Aluminio, mezcla mecánica, compuestos, residuos.

I. Introduction

Metal matrix materials composite (MMCs) began to be studied in depth in the early 70s as a solution to the demand for better mechanical properties and to achieve weight reduction in aerospace and military systems, group of materials whose properties are custom designed for each application [1].

Many efforts have been directed to the optimization of these materials based on the use of aluminum as matrix, for its attractive low density, excellent resistance to corrosion, wide range of alloys, numerous possibilities of heat treatment and a fairly flexible processing [2-4]. The properties of these composite materials depend on the type of reinforcement, form, quantity, distribution of the phases present in the matrix, among others. In the case of aluminum matrices, oxides, carbides, borides, nitrides or intermetallics particles are incorporated, all of them with high mechanical strength, hardness, elastic modulus and thermal stability [5-6].

Some researchers [7-8], suggest selecting Al₂O₃ particles to achieve an adequate combination of properties in compounds with aluminum matrix with various intermetallics, as well as modify their content and the size of the reinforcement.

The present study focuses on characterizing a composite material of Al-1% Cu matrix by weight, reinforced with ceramic particles, obtained via powder metallurgy, specifically through mechanical mixing. The aim is to establish the values of density, compaction ratio and microhardness in order to obtain a material that will guarantee sensitive properties for future forming processes. For this purpose, the techniques of Optical Microscopy (MO), Scanning Electron Microscopy (SEM) with chemical microanalysis by Energy Dispersion X-ray Spectroscopy (ESD) were used to reveal the resulting microstructure.

II. Experimental section

To achieve the desired composition of the composite material, it was started with aluminum initial powders, with predominantly elongated morphology and size between 15-150 μm, copper particles of different morphologies: elongated (L≈10-70 μm), angular (L≈ 10-80 μm) and fine globular (D ≈ 1-15 μm), both with purity > 95%. As reinforcement Al₂O₃ particles with mainly angular morphologies and sizes between 5-75 μm.

The manufacture of the composite material is done with a premixture of Aluminum and Copper powders (Al-1% Cu), in a first stage, followed by the Al₂O₃ particles, in proportions of 5, 10 and 15% by weight; using 1% by weight of stearic acid (C₈H₂₆O₂) as a process control agent (PCA), to avoid agglomeration of

the particles during the mixing process [9], however, some authors suggest a single step to ensure better metallic properties [10]. The aim was to promote a homogeneous distribution of reinforcing particles within the matrix using a steel container with a suitable seal in a Ratiotrol Boston Gear roller, achieving a cascade effect in the mixture at a speed of 90 rpm for 4 h, without reaching a properly state of mechanical alloy, which could be achieved in high energy mills with higher times and speeds, taking into account the other variables of the milling process and by comparing the results obtained by other authors [11].

Then, cold cylindrical compacts of 22 mm in diameter and 17 mm in height were made, applying a pressure of 300 MPa, using a hydraulic press of max. 50 Tn, looking for these values to produce a compaction through strong deformation and obtaining simultaneously better interfaces contact between the particles more easily incorporating the hard reinforcing particles. These compacts were sintered at 530°C for 4 h and cooled in the oven until reaching room temperature, using a Nabertherm oven with a maximum capacity of 1280 °C.

The compacts were characterized microstructurally by Optical Microscopy (OM), using an image analyzer Unitron versamet 3 and a Scanning Electron Microscopy (SEM) with chemical microanalysis by EDS, Esem FEI Quanta 200, the metallographic preparation was carried out with the following steps: roughing (abrasive paper SiC No. 200-600), polishing (alumina 1-0.03μm) and attacked with a 0.5% by volume hydrofluoric acid solution. Likewise for the observation by SEM, the samples were emulsified in ethanol solution, this one is allowed to evaporate and placed in the sample holder with double contact carbon tape. In all cases, working conditions were established using a potential of 20 kV and 15 mm distance from the sample.

Knowing that the density of the samples obtained has a great influence on the final mechanical properties of the developed composite material, it was calculated applying the rule of the mixtures [12], the densities necessary for the calculation of the percentage of compactability of the sintered composite. Likewise, the Vickers microhardness was determined using a HMV SHIMADZU, for the different conditions of the material applying a load of 980 mN and a time of 10 s.

III. Results and discussion

The micrograph of the sintered Al-1% Cu compact matrix, without reinforcing particles obtained by OM is shown in Figure 1a, a microstructure of equiaxed grains with minimal presence of pores is observed, which shows a good homogeneity in the compaction of the

material, coinciding with some researchers [13-14] that show that in materials obtained via powder metallurgy exists a relationship between compactness and homogeneity of the mixture.

In Figures 1 (b-d) micrographs correspond to the compacts with Al₂O₃ particles, in proportions of 5, 10 and 15%, respectively, a microstructure of equiaxed grains is observed which shows a good cohesion between the reinforcing particles and the matrix, this microstructure is mostly observed for a weight ratio of 5% reinforcement. However, as the percentage of reinforcement increases, a greater dispersion of the particles is observed, with a cover microstructure where the definition of the grain boundaries is lost, giving an appearance of agglomeration of the reinforcing particles, this fact is similarly consistent with results obtained in previous investigations [15-16], which coincide in the uniformity of the size of the reinforcing particles to avoid agglomerations product of the pressure and energy applied during the compaction process, which produces a very heterogeneous distribution in the final product and as a result a greater presence of pores.

Equally it can highlight that the appreciable porosity in Figures 1 (b-d) can be influenced by the metallographic preparation because the reinforcing particles in this case of greater hardness than the matrix, as they are not perfectly cohesived, are displaced during the roughing and polishing, which can be evidenced by the geometry of the pores or empty sites.

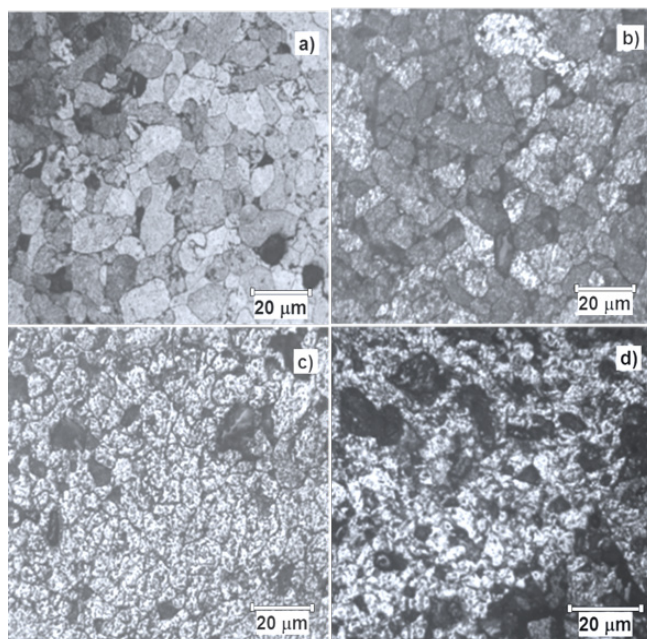


Figure 1. OM micrographs of the sintered compacts:
a) Compound Material

Al-1% Cu and b-d with Al₂O₃ particles 5% (b), 10% (c) and 15% (d).

Attack: 0.5% by volume hydrofluoric acid solution. 100X

In the micrographs obtained by SEM shown in Figure 2a, a preferential location of Cu particles in the grain boundaries of the matrix is observed, this is confirmed by chemical microanalysis by EDS, coinciding with other authors [16-17] that admit the presence of phases clearly defined in the grain boundaries in precipitation studies in Al-Cu alloys; the empty spaces observed in the surface are presumed to be produced during the metallographic preparation, specifically in the application of the chemical attack given the hardness and heterogeneous composition of the oxide particles which was not easy to perform, see Figure 2 (a-d).

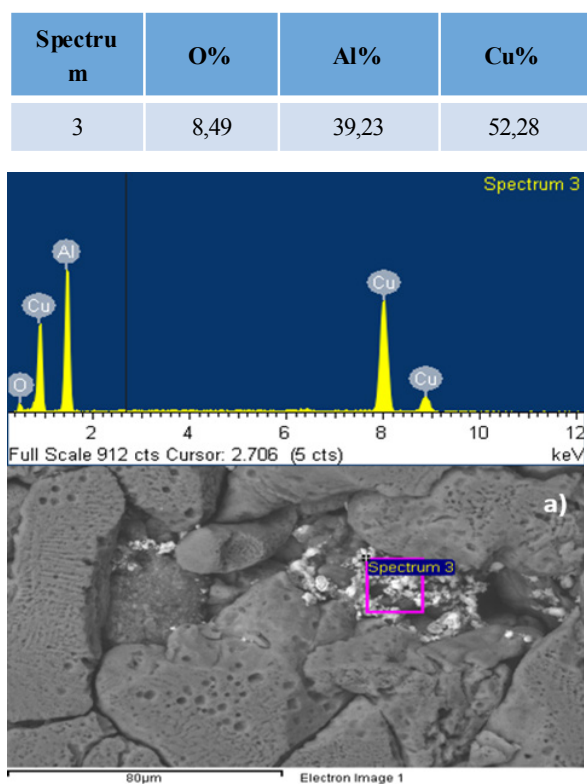


Figure 2a. SEM micrographs with its chemical microanalysis point by EDS of the sintered compact Al-1% Cu.

Equally we observe that as the percentage of reinforcement increases the particles regrouping perfectly within the microstructure achieving cohesion, located in the grain boundaries, this directly proportional to the aggregate percentage, besides observing, in the corresponding chemical composition, the presence of Elements such as C, Ca, Si, F and Fe that it is inferred are typical of the alumina manufacturing process, without

losing of sight of the fact that we are dealing with industrial waste with very specific chemical compositions that could in some way diminish the final properties of the material developed, See Figure 2 (b-d).

Spectrum	O%	Al%	Si%
2	26,63	69,78	3,59

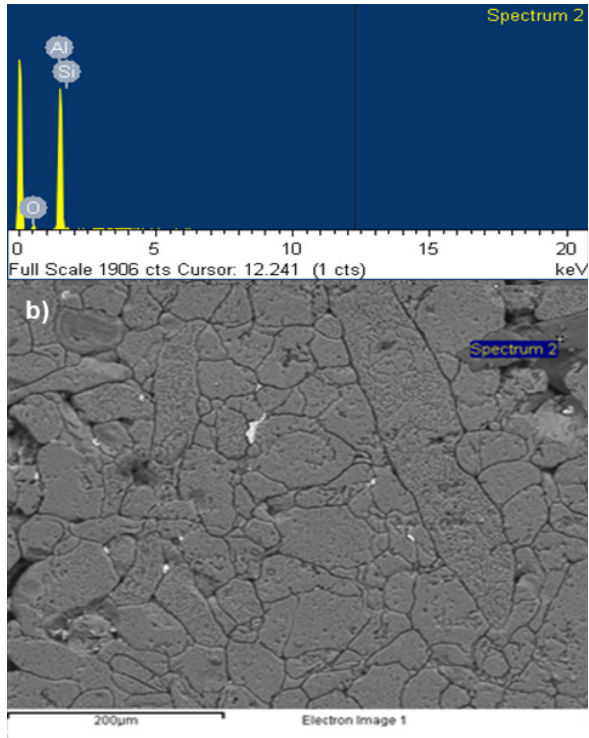


Figure 2b. SEM micrographs with its chemical microanalysis point by EDS of the sintered compact Al-1% Cu with 5% Al₂O₃

In the case of study, the needed energy to achieve the atomic mobility of the constituent particles of the powders, to achieve contact or union between them is provided by the temperature of the sintering process that reaches 580 °C, representing an 80% of the point of fusion of aluminum considered as valid according to previous works [18], who conclude that the ideal sintering temperature is between 70 and 80% of the melting temperature, however, it is below 50% of the melting point of copper and alumina, particles present in the composite material, which could explain the less dissolution of many of these particles located in the grain boundaries, this suggests to do tests with increases in the temperature of the system which could facilitate

greater areas of contact and union between the particles.

The undissolved particles shown in Figure 2 (a-d) where we observe perfectly bright particles with high copper content and angular dark particles of alumina, perfectly located in the grain boundaries, even seen in Figure 2 (c-d), that when we increase the reinforcing content are better defined in the grain boundaries, could influence deterioration of the mechanical properties of the material and consequently in the density of the material obtained.

Spectrum	C%	O%	Al%	Ca%
1	-	52,14	47,86	-
2	-	4,95	95,05	-
3	9,82	48,61	41,22	0,35

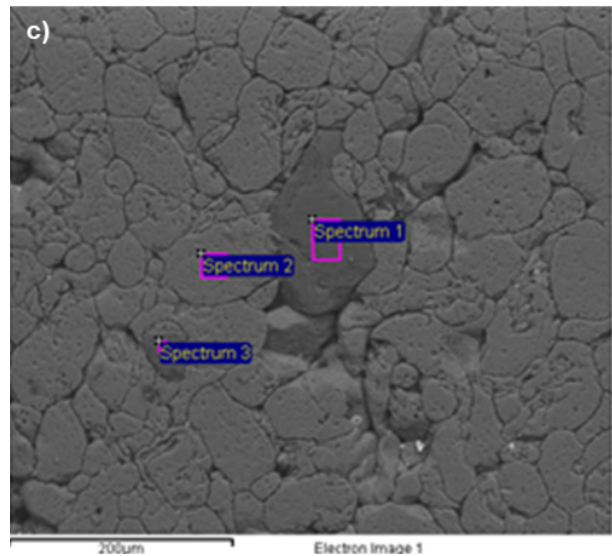


Figure 2c. SEM micrographs with its chemical microanalysis point by EDS of the sintered compact Al-1% Cu with 10% Al₂O₃

The alumina particles, undissolved, See Figure 2d, could be embedded in the surface of the aluminum and form agglomerations, which translates into decohesion particles within the material, in this respect some authors [19], determine that the degree of cohesion between the particles is highly dependent on the grinding time of the mixed powders, including their size, in our case it could be inferred that the times of mechanical mixing could be low to achieve a maximum homogeneity in the particles besides influencing their sizes which are quite heterogeneous, that could affect the mechanical properties of the produced compound.

Spectrum	O%	F%	Al%	Fe%	Cu%
1	10,97	6,97	42,86	0,33	38,87
2	5,21	6,97	16,38	-	75,75
3	50,10	-	49,90	-	-
4	-	3,28	96,19	0,53	-

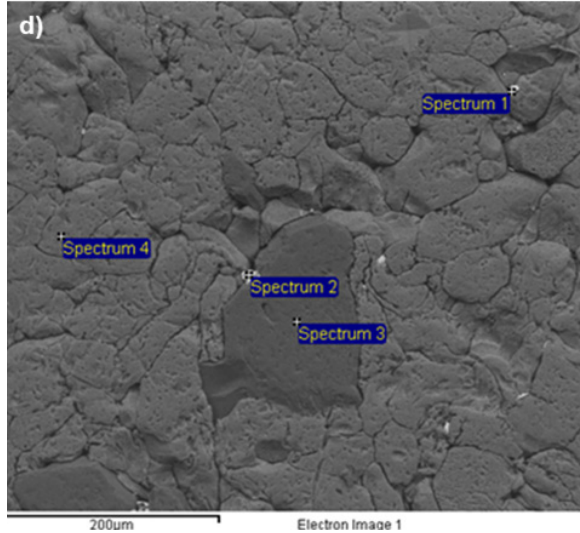


Figure 2d. SEM Micrographs with its chemical microanalysis point by EDS of the sintered compact Al-1% Cu with 15% Al₂O₃

Table I summarizes the values of relative density and compactability ratio of the Al-1% Cu matrix with the composite material with Al₂O₃ particles at 5, 10 and 15% by weight, we observe that the value of the relative density for 5% reinforcement increases, however, it tends to decrease as we increase the reinforcement fraction. We also observe that for the greater percentage of reinforcement (15%) the compactability ratio decreases, this behavior can be related to the superficial deformations generated on the aluminum particles after the mixtures and contributed by the morphology and size of the reinforcement, which it is corroborated through the images by OM and SEM, where it is observed that the alumina particles prevent a better cohesion during the compaction and sintering process. This diversity of shapes and sizes of the particles could cause a hardening by deformation of the aluminum that affects the conformability of the compound [19-20].

Despite these characteristics in the particulate material, values of relative densities above 90% and compactability around 60% were reached, suggesting a good cohesion and distribution of the ceramic particles in the Al-1% Cu matrix, under the conditions of processing determined for the manufacture of the test pieces.

**Table I
Density and compactability values**

% de Reinforce	Density (g/cm ³) ^a	Theoretical Density (g/cm ³) ^b	Relative Density (g/cm ³) ^c	Compactability Ratio ^d
Matriz	2,63	2,763	0,952	0,644
5%	2,71	2,822	0,960	0,608
10%	2,73	2,881	0,947	0,632
15%	2,75	2,941	0,935	0,537

a Determined by volumetric calculation.

b Determined by the rule of mixtures (1)

c Density of compacts / theoretical density

d Determined by the ratio $\rho_{\text{compact}} / \rho_{\text{aparent}} \times 100$

An average Vickers microhardness value of the 24 HV for the matrix was determined, based on eight measurements, which was increased with the reinforcement % added, to values of 27, 31 and 33 HV for 5, 10 and 15%, respectively as illustrated in the graph shown in Figure 3. These values suggest a good compaction of the material despite the characteristics related to size and morphology of the reinforcing particles already described above. These results related to the microstructure and hardness are consistent with other investigations [15-16], which attribute the increase of hardness to the agglomerations of particles during the compaction process, in this case oxide particles whose hardness are much greater than the hardness of the matrix compound.

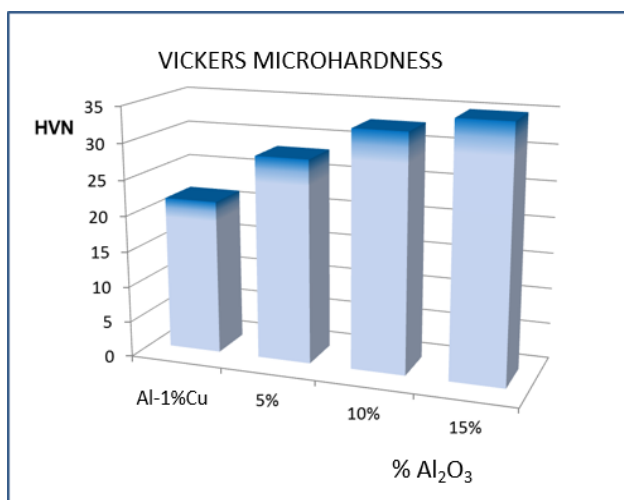


Figure 3. Vickers microhardness values of the sintered compacts of the composite material Al-1% Cu matrix and reinforced with 5%, 10% and 15% Al₂O₃ particles.

IV. Conclusions

It is feasible to develop by means of powder metallurgy composite materials for manufacturing processes using metallic waste. We obtained compacts in green as resistant enough to be processed and sintered, it was achieving to develop a final composite material with a good relationship between its microstructure and microhardness. The microstructural analysis and the microhardness values obtained from the composite material Al-1% Cu, with the different reinforcement percentage of Al₂O₃ reveal that for reinforcements of 5% and 10% it was possible to obtain a composite material with a better distribution and consolidation of its microconstituents which could guarantee a better response in future conformation processes. For reinforcing quantities greater than 10%, the percentage of compactability decreased, which did not allow to obtain a consolidated material.

V. Acknowledgment

The authors express special thanks to the Metallurgical and Materials Research Institute of the Orinoco Siderúrgica "Alfredo Maneiro" of Ciudad Guayana, specifically to the department of technology transfer.

References

[1]K. Kainer. "Metal Matrix Composites. Custom-Made Materials for Automotive and Aerospace Engineering". Wiley-VCH: Weinheim Germany, pp. 320-325, Marzo 2006.
 [2]M. Taya y R. Arsenault. "Metal matrix composite".

Oxford Pergamon Press, pp. 210-212, Noviembre 1989.
 [3]Z. Zhong y N. Hung. "Grinding of alumina/aluminum composites". Journal of Materials Processing Technology. Vol. 123, pp. 13-17, Abril 2002.

[4]R. Soma, et al. "PM processing of Al-A12O3 composites and their characterization". Powder Metallurgy. Vol. 46, pp. 219-223, Junio 2003.

[5]J. Ranninger, et al. "Mechanical characterization of AA6061 reinforced with ceramic particles through Mechanical Alloying". EURO PM Munich, pp. 259-264, Noviembre 2005.

[6]L. Da Costa, et al. "Study of the interaction Matrix Reinforcement through DSC in a AA2014- Ni3Al particulate composite" PM'98: word congress on Powder Metallurgy EPMA Shrewsbury. Vol 1, pp. 645-648, Noviembre 2010.

[7]E. Herranz, et al. "Influence of Nb3Al and NbAl intermetallics additions on properties of hot extruded aluminium powder". EPMA congress Francia. Vol 4, pp. 51-55, Julio 2002.

[8]F. Velasco et al. "Mechanical properties and wear behaviour of PM aluminium composite reinforced with (Fe3Al) particles". Pow. Met. Vol 45, pp. 247-250, Mayo 2009.

[9]L. Valencia. "Obtención y caracterización por vía pulvimetalúrgica de la matriz de aluminio reforzada con partículas intermetálicas de CuAl2 y Cu". Tesis de Grado Doctoral. Universidad del Valle. Santiago de Cali, pp. 125-130, Noviembre 2010.

[10]E. Ruiz, et al. "Influence of blending and particle distribution on Base Aluminium MMC's." Word congress on Powder Metallurgy. Vol. 5, pp. 146-151, Febrero 2010.

[11]N. Shoshin, et al. "Preparation and Characterization of energetic Al-Mg mechanical alloy powders". Combustion and Flame. Vol. 128, pp. 259-269, Marzo 2002.

[12]C. Da costa, et al. "Materiales Compuestos de matriz metálica. I parte. Tipos, Propiedades y Aplicaciones". Revista Metalúrgica Madrid, pp. 179-192, Junio 2000.

[13]V. Salvador y N. Amigó. "Microstructure and Mechanical Behaviour of Al-Si-Mg Alloys reinforced with Ti-Al Intermetallics". AMPT Leganes Spain. Vol 3, pp. 1499-1508, Septiembre 2001.

[14]F. Velasco, et al. "Mechanical properties and wear behaviour of PM aluminium composite reinforced with (Fe3Al) particles". Pow. Met. Vol 45, pp. 247-250, Febrero 2002.

[15]L. Cambroner, et al. "Caracterización de la aleación 2014 reforzada con intermetálicos". Departamento de Ingeniería de Materiales. E.T.S.I. Minas Madrid, pp. 51-55, Septiembre 2014.

- [16] A. Cuniberti. "Precipitación en una aleación Al-Cu". Congreso CONAMET . San Nicolás, pp. 345-347, Marzo 2007.
- [17] E. Fuentes. "Efecto de la microestructura en las propiedades de materiales compuestos base aluminio". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña-España, pp. 146-149. Noviembre 2012.
- [18] D. Delforge, Y. Ferreira, et al. "Sinterização de uma mistura de cavaco de aço inoxidável com pó do mesmo material. Uma nova tecnologia para a reciclagem de metais". Rev. Esc. Minas vol. 60 N°1, pp. 103-105, Octubre 2007.
- [19] P. Yu, C. Kwok, et al. "Enhanced precipitation hardening in an alumina reinforced Al-Cu alloy matrix composite". Rev Scien Direct Composites, pp. 329-331, Octubre 2010.
- [20] Z. Wang, M. Song, et al. "Effects of particle size and distribution on the mechanical properties of SiC reinforced Al-Cu alloy composites". Materials Science and Engineering. A 528, pp. 1131-1133, Febrero 2011.