

Desarrollo de la investigación desde la universidad latinoamericana

Desarrollo de la investigación desde la universidad latinoamericana

Lida Cumandá Paladines Poma
Eduardo Antonio Caicedo Coello
Luis Miguel Mejía Ruperti
José Leonardo Centeno Martínez
Roberto Carlos Subía Veloz
Mayra Jadira Monge Loja
William Renán Meneses Pantoja
Eduardo Antonio Caicedo Coello
Carlos Enrique Chica Medranda
Amparo Adriana Quiroz Cobeña
Paul Armando Rodríguez Muñoz
Anna Maria Panosa Gubau
Julio Pérez A
E. Freddy Robalino P
Paulo Torres A
M. Xavier López
Lilia Moncerrate Villacis Zambrano
María Fernanda Oñate Pazmiño
María Esther García Montes
Adriana Lourdes Robles Altamirano
Ana Jovanna Córdova Quinchiguango
César Guanolema Curicama
Jesús Francisco González Alonso
Freddy Robalino
Gabriel López

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

© Publicaciones Editorial Grupo Compás
Guayaquil - Ecuador
compasacademico@icloud.com
<https://repositorio.grupocompas.com>

Diseño de la portada es de: Ariadna Tirado Pereira



Desarrollo de la investigación desde
la universidad latinoamericana

© Lida Cumandá Paladines Poma
Eduardo Antonio Caicedo Coello
Luis Miguel Mejía Ruperti
José Leonardo Centeno Martínez
Roberto Carlos Subía Veloz
Mayra Jadira Monge Loja
William Renán Meneses Pantoja
Eduardo Antonio Caicedo Coello
Carlos Enrique Chica Medranda
Amparo Adriana Quiroz Cobeña
Paul Armando Rodríguez Muñoz
Anna Maria Panosa Gubau
Julio Pérez A
E. Freddy Robalino P
Paulo Torres A
M. Xavier López
Lilia Moncerrate Villacis Zambrano
María Fernanda Oñate Pazmiño
María Esther García Montes
Adriana Lourdes Robles Altamirano
Ana Jovanna Córdova Quinchiguango
César Guanolema Curicama
Jesús Francisco González Alonso
Freddy Robalino
Gabriel López

ISBN: 978-9942-33-775-7

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

ÍNDICE

ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTAS TROPICALES Y LA AFECTACIÓN A LA CADENA DE PRODUCTIVA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DEL SECTOR AGRÍCOLA LOCAL EN MANABÍ	4
INTRODUCCIÓN	4
BENEFICIOS Y SUBPRODUCTOS A BASE DE LOS DESECHOS DEL MARACUYÁ	8
MATERIALES Y MÉTODOS	10
RESULTADOS	11
ENTREVISTA	13
DISCUSIÓN	13
CONCLUSIONES.....	14
REFERENCIAS.....	14
LA ARQUEOLOGÍA EN EL DESARROLLO DE LOS PUEBLOS: CASOS INGAPIRCA, CERRO DE HOJAS JABONCILLO Y CHIRIJE.....	18
INTRODUCCIÓN	18
COMPLEJO ARQUEOLÓGICO INGAPIRCA.....	20
PARQUE ARQUEOLÓGICO HOJAS JABONCILLO.....	21
CENTRO ARQUEOLÓGICO CHIRIJE	22
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES.....	25
REFERENCIAS.....	26
ANÁLISIS DE EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LA BANCA PRIVADA DEL ECUADOR EN EL PERIODO POST-DOLARIZACIÓN: UN ENFOQUE UTILIZANDO EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA) Y EL ÍNDICE DE MALMQUIST.....	28
INTRODUCCIÓN	28
MÉTODO NO PARAMÉTRICO: ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA).....	30
PRODUCTIVIDAD Y EFICIENCIA: ESTIMACIÓN ÍNDICE DE MALMQUIST	34
GENERALIDADES Y MUESTRA.....	36

VARIABLES Y SELECCIÓN DE OUTPUTS – INPUTS.....	37
MÉTODO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)	48
CAMBIO DE PRODUCTIVIDAD: ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MALMQUIST	50
ANÁLISIS DE LAS MEDIDAS DE EFICIENCIA DE LOS BANCOS PRIVADOS DEL ECUADOR, PERÍODO 2000- 2020	51
ANÁLISIS DE LAS ENTIDADES PRIVADAS ECUATORIANAS 2000 – 2020 SEGÚN SU CONDICIÓN DE EFICIENCIA	54
EVOLUCIÓN DE LA EFICIENCIA Y PRODUCTIVIDAD DE LAS ENTIDADES BANCARIAS. PERÍODO 2001 – 2020 ..	57
MEJORA POTENCIAL: CONTRIBUCIONES INPUT – OUTPUT	62
CONCLUSIONES.....	64
REFERENCIAS.....	66
COLORÍMETRO LIBRE RGB PARA LA SENSORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ESFERAS PIGMENTADAS	72
INTRODUCCIÓN	72
MODELO MATEMÁTICO.....	78
DESARROLLO DEL SISTEMA	80
RESULTADOS	95
CONCLUSIONES.....	102
EL ARTE CULINARIO ANCESTRAL COMO CULTURA TRASCENDENTAL EN EL CANTÓN SUCRE	105
INTRODUCCIÓN	105
RESULTADOS.....	109
DISCUSIONES	116
CONCLUSIONES.....	117
REFERENCIAS.....	117
ENFOQUE INTERCULTURAL PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL APRENDIZAJE DE LOS SABERES ANCESTRALES MEDIANTE EL DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS TINKUY	121
INTRODUCCIÓN	121
SABERES ANCESTRALES.....	129

SABERES ANCESTRALES EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR	130
PRODUCCIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS.....	130
INTERCULTURAL	131
INTERCULTURALIDAD EN LA EDUCACIÓN.....	132
TINKUY	134
ESTRATEGIA TINKUY EN LA EDUCACIÓN	135
MATERIALES Y MÉTODOS	138
RESULTADOS	138
REFERENCIAS.....	145
VISIÓN ARTIFICIAL PARA LA DETECCIÓN Y RECONOCIMIENTO DE PATRONES EN LA VIGILANCIA DE ENTORNOS.....	151
INTRODUCCIÓN	151
PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA U OBJETIVO.....	152
ARQUITECTURA DEL SISTEMA INTELIGENTE	153
FUENTE DE LUZ	154
SENSOR DE IMAGEN (CÁMARA).....	154
SISTEMA DE ADQUISICIÓN (TARJETA GRÁFICA).....	156
PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES (PDI)	157
INTERFAZ	157
ACTUADORES EXTERNOS.....	157
RECONOCIMIENTO DE PATRONES	158
PROCESO PARA EL RECONOCIMIENTO DE PATRONES	160
FASE DE VISIÓN ARTIFICIAL	160
PRE-PROCESAMIENTO DE IMAGEN	161
PROCESAMIENTO DE IMAGEN	161
ALGORITMOS EMPLEADOS	162
ENTORNO DEL SISTEMA INTELIGENTE	172
DISCUSIÓN	173
CONCLUSIONES.....	178
REFERENCIAS.....	179

Estudio de la producción de frutas tropicales y la afectación a la cadena de productiva para el desarrollo sostenible del sector agrícola local en Manabí

Lida Cumandá Paladines Poma

Master en Gerencia en Salud para el Desarrollo Local
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Bahía de Caráquez,
Ecuador.
lida.paladines@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-5079-8557>

Eduardo Antonio Caicedo Coello

Doctor en Pedagogía
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Bahía de Caráquez,
Ecuador.
eduardo.caicedo@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3057-7591>
https://scholar.google.es/citations?user=k_YIMCoAAAAJ&hl=es

Luis Miguel Mejía Ruperti

Master en Administración de Empresas con mención en Marketing. Ingeniero en
Marketing. Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ULEAM, Ecuador.
luis.mejia@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/000-0002-6019-9969>

José Leonardo Centeno Martínez

Master en Educación y Desarrollo Social
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Bahía de Caráquez,
Ecuador.
jose.centeno@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0027-0863>

Roberto Carlos Subía Veloz

Ingeniero Comercial
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Bahía de Caráquez,
Ecuador.
roberto.subia@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7724-7413>

Introducción

El presente trabajo está enfocado en el sector agrícola y la gran comercialización que tiene la misma, está específicamente focalizado en “el maracuyá” o también conocido como la “futa de la pasión” la misma que es exportada no solamente en Ecuador sino más bien en América y otros continentes, debido a ello se da una posible

explicación del origen de este nombre el cual no se sabe con certeza.

Una de las posibles explicaciones del origen del nombre es que los indígenas de Brasil llamaron la fruta “maraú-ya”, que proviene de “marahu”, que significa “fruto” que a su vez viene de “ma-râ-ú” que significa “cosa que se come de sorbo”, por lo que la unión de las dos palabras significa “fruto que se come de un sorbo”; al conocerla los colonizadores, la palabra se degeneró llegando a la que hoy conocemos; maracujá (en portugués) o maracuyá (en español). (Adolfo Cañizares & Edwin Jaramillo, 2015, p. 13).

El maracuyá es uno de los productos más comercializados de la costa ecuatoriana, por lo que, la investigación se centra en el cantón “San Vicente que está ubicado en el centro norte de la provincia de Manabí entre las coordenadas desde 0° 30' latitud sur hasta 0° 39' latitud sur”(Municipalidad de San Vicente, 2019, p.1) el cual constituye a uno de los varios consumidores de esta fruta.

En una investigación preliminar se han evidenciado algunos inconvenientes con respecto al producto debido al bajo conocimiento del uso de este recurso en su totalidad, ya que solo se lo prepara en jugo, debiéndose “aprovechar su composición proximal para la elaboración de subproductos” (López Ráez Eufemia Luz et al., 2021, p.122), dándole una nueva visión y mejorando su productividad.

Según los datos de diario El Telégrafo en el año (2014), Ecuador es el mayor exportador de concentrado de maracuyá seguido de Vietnam, Perú y Brasil (p.1), dada a la gran amenaza en la producción local, posteriormente “en el año 2020 Perú se convirtió en el mayor exportador de maracuyá” (León Carrasco José Carlos, 2021, p. 1) dejando a Ecuador atrás.

Tras una indagación estructurada mediante observación de campo, entrevistas y encuestas se logra identificar que el principal problema es la falta de conocimiento por ambas partes (compradores y consumidores) acerca de la

productividad que se obtiene de esta fruta, por lo que “el conocimiento es un paso significativo en la construcción de los activos”(Pereira Alfaro Humberto, 2011, p. 2).

El objeto de esta investigación es realizar la correcta investigación mediante una indagación en los diferentes tipos de fuentes, elaborando entrevistas y encuestas a los diferentes actores como lo son los comerciantes (campesinos), compradores y consumidores, ya que “La agricultura comprende los tres pilares del desarrollo (económico, social y ambiental)” (Peter Hurst et al., 2007, p. 10) a los cuales se les da mayor importancia.

Cabe señalar que los subproductos que se generen tendrán que destacarse en el mercado, por esto se pretende saber ¿Qué se obtiene al generar subproductos a base del maracuyá?, ¿Qué beneficios de salud proporciona esta fruta? y por último saber ¿De qué forma ayudaría a los diferentes productores esta estrategia? Pues, el maracuyá en el mercado es una fruta cotizada dado a que los productores extraen las mejores de su huerto. Sin embargo, se sabe que los productores son los que menor ganancia obtienen debido a que “al momento de vender su fruta al mercado intervienen demasiados intermediarios, lo que ocasiona una pérdida para el productor y los que terminan ganando mayor dinero son los intermediarios”(Borrero Murillo Carlos Eduardo, 2015, p. 18), es por este motivo que se infiere que la falta de capacitación por parte de los productores les produce una pérdida económica.

Con este estudio se pretende ayudar a la recolección de información para reactivar la siembra y cosecha de esta fruta en el cantón San Vicente, y por qué no también en sus sectores aledaños, así mismo, capacitar a los comerciantes y consumidores para que sepan que hay varias formas de consumir dicha fruta y poder comercializarla no solamente como materia prima, si no como elaborada. Cabe recalcar que:

Más de 1 500 productores ecuatorianos recibieron capacitación en la producción y el manejo de las plagas y enfermedades de frutas como el mango y maracuyá, del

resultado de la puesta en marcha del programa de cooperación Ecuador-Brasil en el año 2015-2017 (El Comercio, 2017, p. 1)

Se sabe que el maracuyá tiene diversos nutrientes y entre ello se puede destacar que en la antigüedad lo utilizaban también de manera medicinal por lo cual, después de varias investigaciones se ha logrado identificar que “permite combatir el cáncer de colon en su primera fase” (El Comercio, 2017, p. 1) según un estudio divulgado.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el de colon es el cuarto cáncer que causa más morbilidad y mortalidad en el mundo. En el 90% de los casos, esta enfermedad está vinculada a mala alimentación y consumo de tabaco y alcohol.(El Comercio, 2017, p. 1).

Esta búsqueda nace de la problemática que se da al momento de utilizar la maracuyá debido a que se trata de un producto muy comercializado en el país, el mismo que no se suele utilizar su cáscara y su semilla, “se puede añadir que la cáscara mejora la sensibilidad a la insulina”(Ráez et al., 2021, p. 125) de igual manera, existe la necesidad de darle un valor agregado a esta fruta para que ciertas partes de esta no sean desperdiciadas, “surge así la necesidad de reducir la contaminación ambiental, gastando menos recursos y valorando sus residuos, convirtiéndolos en subproductos para consumo humano”(Ráez et al., 2021, p. 128). Del cual se pueda obtener un recurso de producción, haciendo que esta investigación cuente con el único objetivo de ayudar al sector agrícola a crear nuevos recursos de producción, la misma que podrá generar en las personas cierta concientización a la hora de darle un mejor uso a ciertos recursos que la comunidad ve como “desperdicios”, además, esto podría llegar a beneficiar a toda la comunidad de San Vicente, aportándole un abierto conocimiento para elaborar productos que beneficiarían a los pobladores y de los que tal vez mayormente no se tenga conocimiento.

Se propone a continuación las siguientes maneras de realizar subproductos que ayudarán a mejorar la calidad de

vida y bienestar del ser humano provenientes de los residuos del maracuyá:

Beneficios y subproductos a base de los desechos del maracuyá

- **Harina a base de la Cáscara**

Según estudios realizados y basados en diferentes investigaciones la cáscara de maracuyá aporta varios beneficios al consumidor, puesto a que contiene varias vitaminas y proteínas.

La cáscara de maracuyá posee un poderoso neurotransmisor y es necesaria para el buen estado del sistema nervioso ya que ayuda a disminuir la depresión, la obesidad, controlar los niveles de azúcar, el insomnio, la migraña, ayuda a disminuir la glucosa y colesterol en la sangre (Bastidas Estefanía et al., 2018, p. 18).

Su proceso consta del despulpado de la fruta, el triturado de la cáscara para luego proceder a su debido secado y el molido de la misma, extrayendo así la harina.

- **Té a base de las hojas**

Los beneficios de consumir este té principalmente son los de relajamiento y pérdida de ansiedad y peso. “El proceso de la realización del té a base de la hoja de maracuyá pasa primeramente por la selección de la hoja, prosiguiendo el lavado, escurrido, secado y triturado para luego empaquetar” (Vega Iván et al., 2018, p. 15).

- **Cremas exfoliantes a base de las semillas**

Estos productos son muy utilizados en la actualidad para mantener nuestra piel impecable por lo que las cremas exfoliantes de maracuyá están hechas a base de una pequeña parte de la pulpa y las semillas trituradas del maracuyá. “Revistas, informes y artículos de libros naturistas aclaran que ayuda a la limpieza profunda de la piel, elimina impurezas, células muertas, previene arrugas,

ayuda a la producción de colágeno y regula el exceso de grasa en la piel” (Proaño Janeht et al., 2020, p. 1).

- **Productos elaborados en cocina**

Se puede utilizar también este producto en la elaboración de pasteles, comidas y cocteles, hay variedades de productos que se pueden generar utilizando simplemente nuestra imaginación entre ellos se propone algunos ejemplos de lo que se puede hacer con el maracuyá: “chessecake, pastel, galletas, coctel de maracuyá, pollo con salsa, carne en maracuyá, brochetas de camarón, entre otras”(José Luis Pérez, 2021, p. 1).

Como acotación se añade el valor nutricional de la “fruta de la pasión” para tener una referencia y complementar lo anteriormente mencionado sobre esta fruta.

Tiene un valor energético de 78 calorías, 2.4 gramos de hidratos de carbono, 5 mg de Calcio, 17 mg de Fósforo este interviene en la formación de huesos y dientes interviniendo en el metabolismo energético, 0.3mg de hierro, 684mg de vitamina A la cual es esencial para la visión, la piel, el cabello, las mucosas, los huesos y para el buen funcionamiento del sistema inmunológico, 0.1 mg de vitamina B2 (Rivoflavina), 2.24 mg de Niacina y 20 mg de vitamina C (Universidad Agrícola, 2017, p. 1)

Este estudio se enmarca en el cantón “San Vicente de la provincia de Manabí en el cual encontramos una gran variedad de árboles frutales” (Municipalidad de San Vicente, 2019) entre ellos el maracuyá, el cual es mayormente cultivado y cosechado específicamente en las comunidades de La Ilusión, Agua Fría, La Humedad y La Unión las cuales se cree que se encargan de distribuir esta fruta a diferentes partes.

Esta investigación es necesaria estudiarla y analizarla ya que pretende impulsar a crear un emprendimiento que genere no solamente ingresos sino también trabajo a la comunidad, puesto a que en estas zonas y en el Ecuador en general existe una gran escasez de este mismo desde años

anteriores, aunque cabe resaltar que actualmente “La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) estimó este martes 31 de agosto del 2021 un crecimiento del 3% para la economía ecuatoriana en este año y un 2,6% para el 2022” (El Comercio, 2021, p. 1) pues, no es suficiente para salir de esta crisis que nos abarca.

Este análisis será un aporte no solamente para el cantón San Vicente sino también para aquellos emprendedores que buscan mejorar su estado, acotando que “la tasa de emprendimiento del Ecuador se elevó al 4,7% dado a la pandemia” (Vistazo, 2021, p. 1) el mismo que será el primer paso para generar recursos económicos y de la misma manera combatir con el desperdicio de productos que aún tienen utilidad creando subproductos.

Materiales y Métodos

Acorde a la presente investigación así como de la necesidad de información se aplicaron los métodos histórico-lógico para conocer la evolución de la fruta y su descripción, analítico-sintético para desarrollar una desmembración del problema a investigar con el tipo de estudio descriptivo ya que se propuso identificar elementos y características de la maracuyá con su escasa aplicación del valor agregado dentro del cantón San Vicente, por consiguiente entre las técnicas de investigación que se utilizaron están:

Entrevistas: las cuales fueron estructuradas y diseñadas exclusivamente para los dueños de los centros de acopio del maracuyá con el fin de sacar información veraz.

Encuestas: estas fueron aplicadas a los campesinos que venden su fruta a los dueños de los centros de acopio con el único objetivo de recabar información acerca del aprovechamiento de esta fruta y su beneficio en la comercialización.

El tipo de muestreo utilizado en la entrevista en esta obtención de información fue no probabilístico (Muestreo por conveniencia) por que este tipo de muestreo se limita a

trabajar con un grupo determinado de muestra y no con toda la población a diferencia del utilizado en la encuesta que fue probabilístico (Aleatorio simple) ya que se buscaba la opinión de la ciudadanía para saber si estaban dispuestos a comprar o incluso elaborar productos derivados de la fruta antes mencionada.

En la entrevista a la población de los dueños de los centros de acopio y a los compradores de maracuyá, en el caso de las encuestas a los vendedores o campesinos una parte se tomó a los productores de maracuyá y otra parte fue dirigida a la ciudadanía del cantón San Vicente, con una muestra total de 383 personas las mismas que pertenecen a un subconjunto que se calculó con un fórmula en específico y se utilizó un margen de error del 5% a la encuesta misma que está aplicada a la población urbana del cantón ya que la entrevista se la realizó a 5 productores que se encontraban comercializando el producto y a 2 compradores existentes al momento.

Resultados

Las actividades investigativas que se realizaron ligadas al maracuyá o también conocida como la fruta de la pasión, fue para extraer la información más verídica acerca del cantón San Vicente y su población de la cual se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación:

Encuesta a los ciudadanos

Número de personas que consideran apropiado la creación de subproductos de maracuyá

Análisis la muestra la cantidad de personas que si están de acuerdo con la creación de productos derivados del maracuyá, con un porcentaje de 76%, mientras el 24% respondió que no . Lo que evidencia que estos productos tendrán buena acogida en el mercado.

Número de personas dispuestas a consumir productos derivados del maracuyá

La cantidad de personas que respondió que definitivamente sí, consumiese productos derivados de esta fruta, con un porcentaje de 31%, probablemente sí, con el 27%, otros que no están seguros tienen el 25% y por último con el 17% probablemente no lo consumiera. Lo que evidencian estos resultados es que el maracuyá es un producto de buen sabor, que se considera que se puede consumir de cualquier manera.

Conocimiento acerca de los productos derivados del maracuyá

El número de personas que conocen los productos derivados de la pulpa, con un 33% sí, el 0% no; con la semilla el 7% si, el 26% no; con la cáscara el 3% si y el 31% no conoce productos a base de la cáscara. Lo que evidencia que la población poco sabe de productos a base de los derivados del maracuyá

Tiempo en el que lleva comercializando maracuyá

En los que los productores llevan comercializando maracuyá, con el 40% llevan de 2 a 3 años; con el 30% llevan de 3 a 4 años; con el 20% de 1 a 2 años y con el 10% llevan de 5 años a más. Lo que evidencia que pocas son las personas que llevan un tiempo considerable comercializando el maracuyá.

Subproductos que beneficien a los productores del maracuyá

El número de personas que están de acuerdo con que de los productos derivados si se beneficiaran los productores, los cuales son el 80%, mientras que el 20% manifiesta que no beneficia. Lo que evidencia que existe gran interés de las personas hacia el beneficio de los productores.

Entrevista

Se aplicó una entrevista a José Líder Cevallos dueño del centro de acopio de San Vicente pronunciándose, diciendo que el valor del maracuyá varía debido al clima, el mismo que muchas veces no beneficia a la producción, es por esto por lo que el precio mantiene variaciones entre 35 a 50 centavos el quilo de maracuyá y esto depende si la producción es buena, pues está se paga más y si es mala lamentablemente el precio bajará.

Discusión

Los hechos emitidos acerca del maracuyá con sus muy buenos beneficios hacen que más personas estén interesadas en este producto y en la creación de los subproductos, la misma que abrirá oportunidades a productores, compradores y consumidores creando nuevas plazas de empleo para la comunidad, sin embargo, existen varios problemas al momento que realizar o poner en marcha el emprendimiento que se ha propuesto y uno de los principales problemas de esta investigación es “la falta de información en los organismos de apoyo financiero, estadístico, y los precios generalmente bajos” (Calle Morillo Ariana et al., 2010, pág. 1) por lo que la gran ayuda que se puede brindar es la capacitación para todos los compradores, consumidores así como también para los productores.

De igual manera, los productores buscan que la producción de maracuyá sea buena, puesto a que el precio de esta fruta varía de acuerdo al clima (como lo menciona un entrevistado), el clima juega un papel muy importante ya que, si está en época de lluvia atraerá plagas así como insectos que dañen la plantación y haga que la producción de maracuyá, sea mala, bajando así su precio, al contrario de lo que sucedería si el clima estuviese en verano facilitando la cosecha y dando buen fruto, considerando “las plagas como un potencial riesgo para el sector productivo, el empleo y teniendo gran impacto en la economía del país”(Muñoz Wilfrido et al., 2021).

Conclusiones

En esta investigación acerca del aprovechamiento de los derivados del maracuyá y el valor agregado que se tiene en el cantón San Vicente se puede concluir que realmente poco se conoce de los derivados del maracuyá además de que el valor porcentual del kilo de esta fruta varía, a pesar de aquello los habitantes de este cantón si desean conocer y consumir mas productos derivados de la fruta en mención, del mismo modo en que su valor nutricional en vitaminas y proteínas es alto lo cual ayuda a un mejor balance en el cuerpo humano.

Siendo también esta investigación una contribución más para el cantón, así como, también a los sectores aledaños y su mejora, ayudando de la misma manera a los productores con una buena cosecha de este producto, reforzando la comercialización para fomentar la competitividad en el mercado el cual busca ser uno de los productos más importados y exportados.

Referencias

- Adolfo Enrique Cañizares Chacín, & Edwin Edison Jaramillo Aguilar. (2015). El cultivo del Maracuyá en Ecuador. *UTMachala*, 1(1), 1–84.
https://www.researchgate.net/publication/312536029_El_cultivo_del_Maracuya_en_Ecuador
- Bastidas Estefania, Lázaro Betsy, & Yucta Karina. (2018). *PLAN DE NEGOCIO PARA ELABORACIÓN DE HARINA A BASE DE CÁSCARA DE MARACUYÁ HACIA ALEMANIA*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/30189/1/TESIS%20HARINA%20A%20BASE%20DE%20CASCARA%20DE%20MARACUY%c3%81%20-TUTORA-TELLO%20GRACE-AUTORES-BASTIDAS-LAZARO-YUCTA.pdf>
- Borrero Murillo Carlos Eduardo. (2015). *El Cultivo de Maracuyá (Passiflora edulis) en el apoyo al Cambio de la Matriz Productiva*.

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3634/1/T-UCSG-PRE-TEC-EADR-16.pdf>

Calle Morillo Ariana, Cobos Sánchez Luis, & Mejía Coronel Marco. (2010, May 19). *Proyecto de Maracuya | PDF | Valor presente neto | Economías*. SCRIB. <https://es.scribd.com/doc/31581376/proyecto-de-maracuya>

el Comercio. (2017, February 11). *maracuyá Archives - El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/tag/maracuya/>

el Comercio. (2021, August 31). *Cepal proyecta que la economía de Ecuador crecerá 3% el 2021 y 2,9% el 2022 - El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cepal-proyecta-economia-ecuador-crecimiento.html>

el Telégrafo. (2014, September 30). *Ecuador es el primer exportador de pulpa de maracuyá del mundo*. El Instituto Para El Desarrollo Rural de Sudamérica (IPDRS. <https://ipdrs.org/index.php/noticias/que-pasa/10-ecuador/3325-ecuador-es-el-primer-exportador-de-pulpa-de-maracuya-del-mundo>

José Luis Pérez. (2021). *Brocheta de Camarón con Salsa de Maracuyá*. <https://www.kiwilimon.com/receta/botanas/brocheta-de-camaron-con-salsa-de-maracuya>

León Carrasco José Carlos. (2021, August 5). *Perú es el principal exportador de maracuyá en el mundo*. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/peru-es-el-principal-exportador-de-maracuya-en-el-mundo-25056>

López Ráez Eufemia Luz, Torres Zavala Georgina Nancy, & Dávila Solar Luis Alberto. (2021, June 8). *Utilización de residuos del procesamiento de jugo de «maracuyá» (Passiflora edulis) para consumo humano | Luz Eufemia López Ráez - Academia.edu*.

Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente.
https://www.academia.edu/64575117/Utilizaci%C3%B3n_de_residuos_del_procesamiento_de_jugo_de_maracuy%C3%A1_Passiflora_edulis_para_consumo_humano

Municipalidad de San Vicente. (2019). *Municipio San Vicente*. <https://sanvicente.gob.ec/index.php/15-datos-municipio>

Muñoz Wilfrido, Morejón Darwin, & Guerrero Andrés. (2021, July 16). *Estrategia Nacional Para la Prevención, Detección y Control de la Plaga FOC R4T by ECU911 - Issuu*. COE Nacional . https://issuu.com/ecu911/docs/diagramado_fusarium

Pereira Alfaro Humberto. (2011). *Conocimiento en la empresa* . http://www.cegesti.org/exitoempresarial/publicaciones/publicacion_135_310111_es.pdf

Peter Hurst, Paola Termine, & Marilee Karl. (2007). TRABAJADORES AGRÍCOLAS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLES. *Organización Mundial Del Trabajo (OIT)*. <https://www.fao.org/3/bp976s/bp976s.pdf>

Proaño Janeht, Rivadeneira Erika, Moncayo Pablo, & Mosquera Elizabeth. (2020, January 23). *Aprovechamiento de las semillas en productos cosmeticos* . <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v11n1/1390-6542-enfoqueute-11-01-00119.pdf>

Ráez, L. E. L., Zavala, N. G. T., & Solar, L. A. D. (2021). Utilización de residuos del procesamiento de jugo de «maracuyá» (*Passiflora edulis*) para consumo humano. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, 1(8), 119–135.

<https://doi.org/10.18800/KAWSAYPACHA.202102.006>

Universidad Agrícola. (2017, February 17). *EL MARACUYA: VALOR NUTRICIONAL DEL MARACUYA* - Universidad Agrícola. <https://universidadagricola.com/el-maracuya-valor-nutricional-del-maracuya/>

Vega Iván, Bolaños Mario, & Ruiz Douglas. (2018). *Té relajante a base de hojas de maracuyá* . <https://core.ac.uk/download/pdf/336876905.pdf>

Vistazo. (2021, December 24). *El emprendimiento crece en Ecuador, ¿Cómo asegurar el primer paso?* <https://www.vistazo.com/portafolio/emprendimiento-crece-en-ecuador-primer-paso-guia-ED1151240>

La arqueología en el desarrollo de los pueblos: Casos Ingapirca, Cerro de Hojas Jaboncillo y Chirije

Mayra Jadira Monge Loja

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Sucre, Ecuador.
Consultora independientes de proyectos turísticos
e0106305329@live.uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7363-2867>

William Renán Meneses Pantoja

Master en Innovación y Marketing Turístico
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Sucre, Ecuador.
william.pantoja@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8080-9990>
<https://www.google.com/search?q=perfil++academico+de+William+Ren%C3%A1n+Meneses+Pantoja&clien>

Eduardo Antonio Caicedo Coello

Doctor en Pedagogía
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Sucre, Ecuador.
eduardo.caicedo@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3057-7591>
https://scholar.google.es/citations?user=k_YIMCoAAAAJ&hl=es

Carlos Enrique Chica Medranda

Master en Educación y Desarrollo Social
Docente en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión Sucre, Ecuador.
carlos.chica@uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-001-8977-8465>

Amparo Adriana Quiroz Cobeña

Licenciada en Administración Turística y Hotelería
ULEAM, extensión Sucre Bahía de Caráquez - Ecuador
amparo.quiroz@pg.uleam.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8142-9698>

Introducción

La actual labor es una revisión teórica que aborda el desarrollo de los pueblos que tienen riqueza arqueológica en su territorio, para lo cual se han tomado tres casos de estudio, como el Complejo Arqueológico Ingapirca, Cerro de Hojas Jaboncillo y Chirije

El problema encontrado es el desconocimiento del potencial de los recursos arqueológicos para el devenir histórico de los pueblos y su valor identitario como principal elemento de atracción turística hacia el mundo.

Desde un punto de vista economicista, el turismo rural comunitario puede dinamizar ciertos territorios, reactivando economías locales más allá de quienes están implicados directamente en los servicios de alojamiento; así, genera una importante demanda vinculada a la producción y venta de alimentos y bebidas, guiado de rutas, alquiler de servicios de transporte o elaboración y comercio de artesanías, entre otras actividades. (López, 2014)

En América Latina, los vestigios de estas civilizaciones se encuentran en varios puntos del continente, enmarcados en entornos naturales maravillosos. Recorrerlos permite intuir el esplendor de unas civilizaciones perdidas en el tiempo.

México, Colombia, Perú, Ecuador son algunos de los países que conservan los vestigios de civilizaciones precolombinas como las de los Maya, los Incas y los Aztecas. La ciudad Maya de Tikal, en Guatemala; las majestuosas ruinas de Machu Picchu, en Perú; las ruinas de Chichen Itza, que fuera la capital más importante de la cultura Maya, localizada en Yucatán, México, son algunas de las más representativas del continente. Ecuador también conserva, en varios puntos de su geografía, los restos y cimientos de importantes civilizaciones preincaicas. (Tandazo, 2017).

En el Ecuador específicamente en las regiones costa, sierra y región andina se localizan sitios de gran interés para la comunidad científica y arqueológica que merecen ser reconocidas. La serranía ecuatoriana conserva el legado de las primeras etnias migratorias del Ecuador en lugares como Chobshy y La Vega. También en la misma se podrá localizar restos de culturas andinas representativas de nuestro país como los Caras Puruhaes, los Panzaleos, los Cañares, entre otros. Esta región también se caracteriza por huellas que dejaron en la conquista inca, las mismas que se encuentran reunidas en las actuales provincias de Loja, Azuay y Cañar correspondiendo al territorio incorporado al Tahuantinsuyo. Los sitios arqueológicos de Ecuador que

mayor interés turístico han despertado por sus posibilidades de acceso son: Cochasqui, el Museo Arqueológico de Tulipe, Guano, Ingapirca, Tomebamba, Sumpa y Agua Blanca. (Lemoine, 2021)

Debido a ello se plantea el objetivo de analizar desde una perspectiva teórica la contribución de los sitios arqueológicos en el desarrollo turístico y al mejoramiento económico de su población.

Recorrer y conocer por algunos de los sustanciales vestigios de civilizaciones ancestrales que dejaron huella de su vida diaria, de sus ritos y ceremonias permite conocer más el desarrollo y la espiritualidad que tuvieron, Ecuador cuentan con gran privilegio de poseer importantes sitios, parques y complejos arqueológicos en donde se han encontrado piezas y artefactos con grandioso valor histórico y arqueológico de los primeros pobladores, gracias a este recurso, por magníficos entornos naturales y mucho más, estos lugares son visitados por turistas locales nacionales y extranjeros que buscan enriquecer su intelecto.

En este trabajo se presenta a tres lugares importantes con recursos arqueológicos: Complejo Arqueológico Ingapirca perteneciente a la provincia del Cañar, Hojas Jabocillo y Chirije ambos de la provincia de Manabí.

Complejo Arqueológico Ingapirca

Ingapirca es una palabra kichwa que significa “muro o pared del Inca”. Esta construcción es una magnífica muestra de lo que fue la cultura cañari-inca. (Best Trip Ecuador, 2019)

Actualmente, el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural 6 administra este complejo arqueológico situado en la provincia del Cañar a 90 km de la ciudad de Cuenca, y que se ha convertido en un lugar de peregrinación para muchas comunidades indígenas de la sierra sur del país, así como un espacio ideal para investigadores que están interesados en la arquitectura, la arqueología y la historia precolombina en América.(INPC, 2021)

El recurso cultural más destacado es de tipo etnografía y de subtipo “manifestaciones religiosas”. Una de las tradiciones que tiene como legado el pasado glorioso de la nación Cañari-Inca, constituye el INTIRAYMI, fiesta del sol y la cosecha de junio, conocido como solsticio de verano. Eto comprende en símbolo de la gratitud que los pueblos andinos ofrecen al padre Sol (Tayta Inti), por la bondad de haber permitido el ciclo productivo y de la cosecha de productos tradicionales y se celebra con la realización de “ceremonias” (Mañay), revitalización con energías, danza, música y, concentrándose las delegaciones y representantes de las distintos suyus o regiones, ellos vienen con sus ofrendas y representaciones culturales. Este evento cultural que ha traspasado a las fronteras, puesto que a éste vienen también representantes de la música y danza especialmente de países Andinos como Perú y Bolivia. (Gobierno Parroquial De Ingapirca, 2014)

Parque Arqueológico Hojas Jaboncillo

Se encuentra localizado en la parroquia urbana Picoazá, en el cantón Portoviejo de la provincia de Manabí. Cuenta con un área de más de 3500 hectáreas localizadas en una cadena montañosa bio diversa con varios pisos y zonas de vida tropical seca y tropical húmeda. Se encuentran al menos 600 estructuras monumentales pertenecientes a la Cultura Manteña, evidencia de una posible “Ciudad” prehispánica de envergadura, relacionada con la economía y la valoración sagrada de la concha Spondylus y las famosas sillas o asientos de piedra en forma de “U”.(ViajandoX, 2022)

La riqueza histórica, ecológica y cultural del área patrimonial, administrada por el Instituto Nacional de Patrimonio Cultural (INPC) a partir del año 2018, ha logrado que en el año 2019 se consolide con un nuevo récord de visitas llegando a más de 30 000 turistas, representando un aumento del 36% en relación al año anterior, obteniendo así un consolidado total de 12 1130 visitantes, entre ellos niños, estudiantes, investigadores

y ciudadanos de distintos puntos del mundo que han visitado el espacio patrimonial y turístico en una década.(INPC, 2021)

Las autoridades locales con el Centro de Investigación Hojas-Jaboncillo del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural Zonal 4 y la Carrera de Turismo Histórico y Cultural de la Universidad Central del Ecuador (UCE), trabajaron en conjunto para fortalecer las capacidades de los Guías Nativos en temas de mediación e interpretación en espacios culturales, con el objetivo de mejorar la experiencia de los visitantes y turistas que acuden a este sitio patrimonial, con el objeto de dinamizador de los recursos culturales y turísticos en la parroquia de Picoazá-Portoviejo”.(INPC, 2021)

Centro Arqueológico Chirije

Los pueblos aborígenes fueron asentados a lo largo de la Costa ecuatoriana, uno de los lugares iconos para las culturas del país, es el centro arqueológico Chirige, tiene varios componentes a través de los bosques secos tropicales y sin lugar a dudas por sus hallazgos estas culturas se fusionaron. Chirige es una comunidad ubicado al sur oeste del cantón Sucre en el sector conocido como el Pajonal, con acceso por la playa abierta desde Bahía de Caráquez. Dada su ubicación geográfica, configura la parte baja de un bosque seco tropical sector en el que se encuentra la el recurso arqueológico.

Lo que indica que Manabí es rica en sus hallazgos de las diversas culturas el patrimonio de recursos naturales culturales históricos arqueológicos son los que van a atraer al turista e incitarles a viajar.

El proyecto busca un análisis critico-argumentativo el aporte de la arqueología en el desarrollo productivo-turístico de los pueblos, tomando como caso a sitios arqueológicos como Ingapirca, Cerro de Hojas Jaboncillo y Chirije de Ecuador. Es importante mencionar que el actual artículo original derivado de proyecto de investigación institucional de la

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en su Extensión Sucre 1016 EO1 (Bahía de Caráquez) titulado: “Museo de historia, arqueología y paleontología como instrumento de desarrollo local: casos Chirije y San Isidro”.

La investigación es de carácter no experimental, se desarrolló una Investigación Básica mediante el método documental a través de la revisión literaria del desarrollo de los casos de estudio, para ello se emplea también el método histórico, deductivo, analítico, sintético y hermenéutico. Mismos que se detallan a continuación:

En la presente *investigación* es de orden *Básica*, porque se buscó información en fuentes secundarias de información con la finalidad de indagar la situación actual desde la perspectiva teórica.

Para ello, se empleó el *método deductivo*, porque parte del conocimiento generalizado de la existencia de estos espacios con alto interés cultural en la arqueología, mas es de conocimiento público que su operatividad actual no ha logrado trascender como otros espacios arqueológicos, con igual o menor condición; así, va a reconocer de manera particular la situación actual.

El *método histórico* se utilizó porque es un estudio eminentemente histórico, en el cual se indagó sobre el proceso que ha tenido desde sus inicios hasta la actualidad cada uno de estos espacios arqueológicos.

También, se usó el *método analítico*, porque parte de la información recabada para que los autores del presente trabajo infieran las aseveraciones del trabajo.

Adicional, como se empleó el método analítico, también es preciso utilizar el *método sintético*, mismo que permitió extraer las partes más relevantes del trabajo y emitir las conclusiones a las que ha llegado el equipo investigador.

Finalmente, se puso en práctica el *método hermenéutico* en la cual los investigadores realizaron un trabajo objetivo, sin que prime la opinión personal, sino en base

a la información recabada desde un punto profesional en la materia, para que no existan sesgos de la información expuesta.

Resultados

Los entes locales gestores del turismo a nivel público y privado no han vislumbrado el valor real de los recursos relacionados con la historia y la arqueología; motivo por el cual los administradores de éstos espacios de la ciencia realizan acciones particulares para conservarlos y mantenerlos operativos, asumiendo una lucha solitaria, en un escenario en el cual las autoridades locales y organismos competentes en materia de cultura y recuperación del patrimonio no lo han desarrollado. Sin embargo, el alto valor de los recursos arqueológicos ha sido hasta ahora elemento importante para atraer a turistas y mover la economía local en comunidades históricamente olvidadas.

De esta manera, se presentan los resultados de los casos específicos de cada uno de los casos de estudio:

El Instituto Nacional de Patrimonio Cultural administra este Complejo Arqueológico de Ingapirca, este se ha convertido en un espacio ideal para investigadores que están interesados en la arquitectura, la arqueología y la historia precolombina en América. Las ruinas de Ingapirca hoy están dirigidas por personas de la cultura Cañari, esto ha contribuido directamente a la economía local.

El Parque Arqueológico Hojas Jaboncillo en el se encuentran al menos 600 estructuras monumentales pertenecientes a la Cultura Manteña, evidencia de una posible “Ciudad” prehispánica relacionada con la economía y la valoración sagrada de la concha *Spondylus*. Este parque arqueológico es considerado eje dinamizador de los recursos culturales y turísticos en la parroquia de Picoazá. (Argandoña, 2018)

El resultado de esta investigación arrojó el reconocimiento de Chirije como un atractivo turístico de gran importancia a pesar de no estar en funcionamiento,

se requiere de nuevos estudios para determinarse como sitio de visita para turistas que pretenden conocer la historia que tiene este lugar por las piezas arqueológicas encontradas.

Discusión

Con el paso del tiempo mayor es el interés de turistas por conocer la prehistoria y la arqueología que existe en Ecuador, lo que ha estimulado al auge de este tipo de recursos que pueden ser disfrutados por los visitantes a partir de una oferta turística. Actualmente aquellos lugares donde se han descubierto estructuras y artefactos de antiguas culturas se han convertido en destinos atractivos para todo tipo de visitantes.

Permitiendo a los habitantes de la localidad y fuera de ella ser protagonistas del desarrollo turístico local, a través del servicio que demande la visitación entre los principales encontramos el alojamiento, alimentos y bebidas, guianza y transportación turística favoreciendo a dinamizar la economía.

Así lo corrobora Hernández (2021) que sostiene que el turismo de arqueología se caracteriza por ser visitado como motivo principal o en conjunto a otras actividades como la gastronomía, la artesanía o el turismo rural tanto por motivos educativos y profesionales como de ocio y entretenimiento. Mientras que Chavez (2016) expresa lo siguiente “para que un sitio pueda ser considerado como destino arqueológico, es necesario que este sea preparado como tal para, primeramente, resguardar el producto de arqueología y luego acondicionar el sitio para recibir visitas y mostrar adecuadamente el producto turístico.

Conclusiones

A través de los métodos aplicados se logró comprobar que, gran parte de habitantes se han convertido en los principales protagonistas del desarrollo turístico local de los sitios arqueológicos en estudio, a través de ellos brindar otros servicios que demande la visitación de complejos, parques y museos arqueológicos, como

alojamiento, alimentos y bebidas, guianza, transportación turística, etc. Dinamizando la economía de la localidad y de la región a la que pertenece.

Chirije cuenta con un recurso de gran importancia para la localidad, sin embargo el mismo que necesita volver hacer un estudio de las piezas arqueológicas, mejorar la infraestructura y la ruta que tienen en el centro.

La región Costa tiene el privilegio de contar con numerosos e importantes sitios arqueológicos, algunos de ellos como el caso Chirije que deben ser trabajados en la reestructuración y mejoramiento de museos y sitios en donde reposan las piezas pertenecientes a culturas antiguas esto representaría una importante alternativa que fomenta la oferta turística y mejora de oportunidades para sus habitantes.

Referencias

- Argandoña. (2018). *ESTUDIO DEL MUSEO IN SITU CASO CHIRIJE PARA LA MEJORA DEL TURISMO DEL CANTÓN SUCRE*.
<https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/2625/1/ULEAM-HT-0071.pdf>
- Gobierno Parroquial De Ingapirca. (2014). *Atractivos turísticos*. <http://www.ingapirca.gob.ec/index.php/ct-menu-item-52/ct-menu-item-54>
- INPC. (2021a). *Cerro de hojas jaboncillo se consolida como un sitio patrimonial y turístico del Ecuador*.
- INPC. (2021). *Complejo Arqueológico Ingapirca – Instituto Nacional de Patrimonio Cultural*.
<https://www.patrimoniocultural.gob.ec/complejo-arqueologico-ingapirca/>
- INPC. (2021). *Parque Arqueológico Hojas – Jaboncillo ejecuta acciones para la reapertura progresiva de sus espacios – Instituto Nacional de Patrimonio Cultural*.
<https://www.patrimoniocultural.gob.ec/parque-arqueologico-hojas-jaboncillo-ejecuta-acciones-para-la-reapertura-progresiva-de-sus-espacios/>

- Las ruinas de Ingapirca - Best Trip Ecuador.* (2019).
<https://besttripecuador.com/las-ruinas-de-ingapirca/blog>
- Lemoine. (2021). *Vista de Caracterización e identificación de los atractivos arqueológicos: Caso San Isidro.* Caracterización e Identificación de Los Atractivos Arqueológicos: Caso San Isidro.
<https://rperiplo.uaemex.mx/article/view/12827/12880>
- López. (2014). *Espacios turísticos rurales para el desarrollo sostenible. El turismo rural comunitario en el Perú.*
<http://ojs.revistaturismoypatrimonio.com/index.php/typ/article/view/38/30>
- Molina. (2012). *Picoaza, patrimonio cultural de los Portovejenses.*
<https://www.monografias.com/trabajos93/licenciada-administracion-turistica/licenciada-administracion-turistica>
- Tandazo. (2017, June 29). *Los seis tesoros arqueológicos más importantes de Ecuador - Surtrek.*
<https://www.surtrek.com/es/blog/los-seis-tesoros-arqueologicos-mas-importantes-de-ecuador/>
- Viajandox. (2022). *Parque Arqueológico Hojas Jaboncillo | Portoviejo - Manabí, Ecuador.*
<https://ec.viajandox.com/portoviejo/parque-arqueologico-hojas-jaboncillo-A383>

**Análisis de eficiencia y productividad
de la banca privada del Ecuador en el
periodo post-dolarización: un enfoque
utilizando el análisis envolvente de datos
(dea) y el índice de Malmquist**

Paul Armando Rodríguez Muñoz

Instituto Universitario Rumiñahui
paul.rodriguez@ister.edu.ec
ID-ORCID-0000-0003-2145-0337

Anna Maria Panosa Gubau

Universidad de Girona
anna.panosa@udg.edu
ID-ORCID-0000-0002-2091-6767

INTRODUCCIÓN

El sistema financiero ha sido catalogado como uno de los principales contribuyentes para impulsar la transición económica de países emergentes y en desarrollo (Hermes y Lensink, 2000). Sus efectos dinamizadores a partir de sus principales funciones como: el de movilizar recursos de sectores con excedentes hacia sectores deficitarios, el de facilitar transacciones, monitorear a los agentes económicos deudores e impulsar diferentes productos financieros para promover el ahorro, han desencadenado una serie de efectos sobre las condiciones económicas y sociales (Goldsmith, 1969). Más precisamente, sobre el crecimiento económico (Levine, 1996; Hassan, Sánchez y Yu, 2011; Durusu-Ciftci, Ispirb y Yetkiner, 2017; Cizo, Lavrinenko e Ignatjeva, 2020), la pobreza y desigualdad (Jauch y Watzka, 2016; Seven y Coskun, 2016) y, hasta sobre el cambio climático (Charfeddine y Khediri, 2016). La direccionalidad y magnitud de estos efectos está naturalmente relacionada con la salud del sistema financiero y, en particular, de la banca privada, que es el actor más importante de este sector (Hafsal, Suvvari y Durai, 2020). Por ello, una parte de la literatura se ha enfocado en analizar el rendimiento y salud financiera de estas instituciones.

El paradigma teórico sobre el cual se ha examinado la salud de las instituciones financieras se ha enfocado en el análisis de eficiencia técnica y de productividad (Vassiloglou y Giokas, 1990). Charnet et al (1978) propusieron un método novedoso que combina y transforma múltiples entradas y salidas en un único índice de eficiencia, dando forma técnica al análisis envolvente de datos (DEA). Este enfoque establece una frontera de eficiencia formada por un conjunto de unidades tomadoras de decisiones (DMU) y luego asignan el nivel de eficiencia en otras unidades no marginales según sus trayectos a la frontera de eficiencia (Liu et al., 2012). DEA es una metodología no paramétrica y fue aplicada por primera vez en el contexto bancario por Sherman y Gold (1985) quienes la utilizaron para estimar áreas específicas ineficientes de sucursales bancarias. A partir de esta aplicación ha surgido una amplia y creciente evaluación de eficiencia bancaria por medio del método DEA (Vassiloglou y Giokas, 1990; Ferrier, Kerstens y Eeckaut, 1994; Thanassoulis, 1999; Yang, 2009; Wolters et al., 2014; Kumar, Anand y Batra, 2020; Antunes et al, 2021; Milenković et al, 2022).

DEA facilita la exploración de las ineficiencias de las DMU (Azad et al., 2020). Sin embargo, esta presenta algunas limitaciones (Milenković et al, 2022), tales como, i) la selección de insumos y productos generarán variaciones en los puntajes de eficiencia; y ii) las estimaciones de DEA son sensibles a errores de medición y observaciones externas. Por tal motivo, y como lo sostienen de forma acertada Abbas et al., (2015) es necesario un complemento metodológico y, en ese sentido, proponen al índice de productividad total de factores de Malmquist y, con ello, determinar la razón de cambio en la productividad basado en un cambio en la escala de eficiencia. No obstante, las investigaciones sobre eficiencia y productividad en el sector financiero son limitadas y no han sido discutidas

de forma adecuada, lo que da lugar a profundizar su aplicabilidad.

Analizar la eficiencia mediante el método DEA y la productividad por medio del cálculo del índice de Malmquist de la banca privada ecuatoriana a partir del modelo de la dolarización en el año 2000 es el objetivo de esta investigación. El objetivo está motivado por las condiciones de la banca ecuatoriana en la década de 1990 que derivaron en la mayor crisis económica que el país vivió (Torres, Jiménez y Morán, 2017). Para el año de 1999, en el Ecuador se agudizaron los problemas fiscales, financieros, macroeconómicos, cambiarios, acompañados de la crisis financiera institucional con la quiebra de varios bancos e instituciones financieras (Castillo, 2016), que afectaron directamente los aspectos sociales y económicos del país. La economía decreció en un 7,3%, la inflación superó el 60%, y el sistema financiero colapsó, lo cual derivó en el que el Gobierno Central optará en dolarizar la economía y, con ello, reducir la inestabilidad económica (Gastambide, 2010). A partir del año 2000, la profundización financiera en el Ecuador ha crecido en términos per-cápita dentro de condiciones de mayor estabilidad, lo cual evidencia la necesidad de establecer parámetros de eficiencia de las instituciones financieras más importantes del país, puesto que, su funcionamiento y rendimiento condiciona el entorno económico y social ecuatoriano.

Método no paramétrico: Análisis envolvente de datos (DEA)

Una cantidad relativamente amplia de autores han revisado la literatura general de la DEA y han descrito los principales factores que pueden incurrir sobre la estimación de los diferentes escenarios de eficiencia relativa en instituciones financieras (Liu et al., 2012). Entre los primeros trabajos al respecto se encuentra el de Chen (2002) quien emplea el análisis envolvente de datos con restricciones aleatorias para medir la

eficiencia técnica de 39 bancos de Taiwán entre 1994 y 2000. Los outputs seleccionados fueron créditos, inversiones, ingresos no financieros e ingresos por intereses, y los inputs mano de obra, activos, depósitos y sucursales. Los resultados muestran que la intensificación de los créditos y la expansión de los depósitos son los factores que condicionan la eficiencia técnica. Chen, Skullyb y Marrón (2005) examinan la eficiencia técnica, de costos y de asignación de 43 bancos chinos durante el periodo 1993 a 2000. Los resultados muestran que los grandes bancos estatales y los bancos más pequeños son más eficientes que los bancos chinos medianos. La regulación financiera en 1995 mejoró la eficiencia técnica general de la banca, incidiendo en mejores índices de asignación y rentabilidad.

Popovici (2014) evaluó la integración bancaria y eficiencia en los países bálticos en el período post - crisis (2007-2011). Se tomó una muestra de 11 bancos en los países de Estonia (3), Lituania (5) y Estonia (3). Se valuó la eficiencia en costes empleando la técnica estadística DEA con un enfoque de intermediación. Se consideraron como outputs: Préstamos, Inversiones y Otros Ingresos (Valores y préstamos a instituciones financieras) y, como inputs: Depósitos y Costes operativos. La eficiencia bancaria en el período de post - crisis mejoró ligeramente observándose que, en promedio, los bancos experimentaron ganancias en la productividad total después de la crisis. Al observar la descomposición del cambio del factor de productividad total en cambio tecnológico y cambio de eficiencia técnica, la predominancia del cambio de eficiencia técnica es notorio a través del período de tiempo y sugiere que la administración mejorada de los inputs jugó un papel fundamental en el cambio de productividad total de factores. La diferencia entre el cambio de eficiencia pura y el cambio de eficiencia en escala sugiere que algunos bancos estaban operando en una escala que no era eficiente y, más fusiones y adquisiciones son recomendadas.

Repková (2014) analizó 11 bancos comerciales de la República Checa en el período 2003-2012 utilizando el método DEA con un enfoque de intermediación para analizar la eficiencia en costes. Las variables input consideradas son: los Depósitos y el Trabajo, mientras que las variables output son: Préstamos y el Ingreso de interés neto. Se empleó un modelo orientado al input bajo los supuestos de rendimientos a escala constantes y variables. En el período analizado la eficiencia promedio bajo rendimientos a escala constantes, alcanzó 70-78% y la eficiencia promedio bajo rendimientos variables a escala alcanzó 84-89%. Se encontró que el grupo de grandes bancos fue menos eficiente que otros bancos en el sector, lo cual es probablemente causado por el hecho de que estos bancos tuvieron excesos de depósitos en el balance y esto influye negativamente en el ingreso neto de interés por el incremento del costo de intereses.

Roy (2014) investigó la eficiencia técnica del sector bancario en India empleando el método DEA. Se analizó una muestra de 62 bancos comerciales en el período 1999-2012. Se empleó las variables output: Ingresos por interés neto e Ingresos por no intereses y, como inputs: costes operativos, número de empleados, capital físico y fondos prestables (depósitos y préstamos). El análisis sugiere que la eficiencia de los bancos extranjeros se ha incrementado en el período y fueron consistentemente eficientes en términos de eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Los bancos del sector privado mostraron una variación marginal en todas las eficiencias. En el caso del Sistema Bancario Indio y los bancos nacionalizados hubo un significativo decrecimiento en la OTE (Overall Technical Efficiency) siendo la mayor causa de la ineficiencia el inapropiado tamaño y distribución de recursos.

Asawuarangpipop y Suwunnamek (2014) emplearon DEA para investigar las eficiencias pura-total, técnica

y de escala en 732 Cooperativas de Ahorro y Crédito en Tailandia, para lo cual clasificaron a las cooperativas de acuerdo al segmento pertinente: profesores, policías, militares, etc. Se evaluó la eficiencia utilizando los modelos de Rendimientos Constantes a Escala (CRS) y Rendimientos Variables a Escala (VRS). Como resultado del estudio se observó que en los modelos CRS y VRS las cooperativas que pertenecen al sector público obtuvieron los promedios de eficiencia más altos con el 90,04% y 93,43% respectivamente. Por su parte, Mora (2017) llevó adelante el estudio de eficiencia del sistema de bancos privados y el sistema popular y solidario de cooperativas del Ecuador en el período 2011-2016 empleando la técnica estadística DEA CCR (Charnes, Cooper y Rhodes) y DEA BCC (Banker, Charnes y Cooper). Se evaluó la eficiencia técnica, empleando un enfoque de intermediación con orientación output. Las variables output empleadas: Ingresos financieros, Ingresos por servicios e Inversiones; las variables input: Depósitos, Gastos de operación y Activos fijos.

Abidin et al (2020) analizan el nivel de eficiencia de un conjunto de bancos agrupados por categorías de Indonesia durante el periodo 2017-2018. Metodológicamente siguen una estructura de tres pasos. Primero, estiman la eficiencia de frontera relativa por medio del análisis envolvente de datos (DEA); segundo, estiman una regresión de Tobit para evaluar los efectos del desempeño financiero y, finalmente, utilizan la prueba Mann-Whitney para determinar si existe diferencias en la eficiencia entre los bancos. Los resultados muestran que la variable ROA es la única que afecta el nivel de eficiencia de categoría 1, mientras que los bancos de categoría 2 están influenciados por NPL y RAO. Así mismo, determinan que existen diferencias en la eficiencia entre las categorías de bancos 1 y 2.

Antunes et al (2022) proponen un modelo DEA para evaluar 39 bancos comerciales chinos entre el año 2010 y 2018. Sus resultados sugieren que los bancos chinos

experimentan un aumento constante de la eficiencia bancaria hasta el año 2015; con un puntaje de 0,915, y posteriormente el nivel de eficiencia relativo cae hasta un 0,746 en 2018. Asimismo, determinan que los bancos comerciales tienen mayor eficiencia, que los bancos comerciales rurales son los menos eficientes y que la banca extranjera experimenta una alta volatilidad durante el trayecto temporal. Finalmente destacan que la rentabilidad bancaria, la gestión del gasto y las operaciones de negocios tradicionales impactan negativamente sobre la eficiencia global.

Productividad y Eficiencia: Estimación Índice de Malmquist

Hassan et al (2022) evaluaron la eficiencia de las industrias de banca comercial y crecimiento de la productividad en la región del Sur de Asia (SA) durante 6 años (2013-2018). Además, exploran la brecha tecnológica entre las industrias bancarias de todos los países. Para ello emplearon el Análisis Envolvente de Datos (DEA) de Meta-frontera para medir la eficiencia técnica (TE) y ratio de brecha tecnológica (TGR) entre los países. El análisis de meta frontera puede medir el cambio tecnológico entre diferentes grupos de DMUs. El Índice de Productividad de Malmquist (MPI) fue utilizado para la estimación del cambio de productividad. Los resultados indican que, en promedio, 147 bancos comerciales (BC) tienen un puntaje de eficiencia técnica de 0,6208, mientras que los BC en Nepal son los más eficientes de la región con una puntuación media de 0,7153. El análisis de meta-frontera confirma la presencia de diferentes tecnologías de producción en los BC. La frontera del grupo BC de Nepal está más cerca de la meta-frontera (tasa de brecha tecnológica, TGR = 0.9361) Mientras que, Bangladesh, Pakistán, India y Sri Lanka ocupan el segundo, tercer, cuarto y quinto lugar, respectivamente. Los resultados de productividad sostienen que el factor de productividad total de los 147 BC cambia, disminuye en un 0,8 por ciento en promedio durante el período de estudio. Los BC han

mejorado su productividad en Sri Lanka, Nepal y Pakistán, pero se han observado tendencias decrecientes en las industrias bancarias comerciales de India y Bangladesh.

Khaksar y Malakoutian (2020) evaluaron la productividad bancaria entre 2015 y 2019 con análisis envolvente de datos (DEA) para 30 bancos de ocho países en desarrollo. El objetivo principal de este estudio fue comparar la productividad con el índice de productividad de Malmquist (MPI). Para encontrar el modelo superior, emplearon el modelo de Charnes, Cooper y Rhodes (CCR), el modelo de Banker, Charnes y Cooper (BBC) y la combinación de los dos modelos. Los modelos sugeridos están orientados a los insumos. Los resultados indican que el modelo CCR-BCC tiene el efecto más productivo durante todos los períodos en comparación con otros modelos sugeridos en MPI. El estudio supera algunos problemas de datos y metodología al medir la productividad de los bancos de los países en desarrollo y destaca la importancia de inspirar una mayor productividad a través de la industria bancaria comparando cuatro modelos sugeridos y los nuevos resultados. Las variables empleadas fueron: Insumos (Activos fijos, Gastos de personal, Total de depósitos) y Productos (Préstamos totales, Beneficios totales).

Shair et al (2020) investiga la eficiencia y el crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) de la industria bancaria pakistani y determina el impacto del riesgo y la competencia sobre la eficiencia y el crecimiento de la PTF. El Índice de Productividad de Malmquist basado en el análisis envolvente de datos (DEA) se utiliza para medir la eficiencia y el crecimiento de la PTF de la industria bancaria de Pakistán. El modelo método generalizado de momentos (GMM) se aplica para observar el impacto del riesgo y la competencia en la eficiencia y el crecimiento de la PTF. El modelo GMM permite superar los problemas de heterogeneidad, autocorrelación y endogeneidad no observados.

Los resultados del estudio muestran que los riesgos de crédito y liquidez tienen un efecto positivo mientras que el riesgo de insolvencia tiene un efecto negativo en la eficiencia y el crecimiento de la PTF. La competencia conduce a mejorar la eficiencia tecnológica, pero disminuye el crecimiento de la eficiencia técnica. Entre otras variables explicativas, la gestión de costos operativos, el desarrollo del sector bancario, la tasa de crecimiento del PIB e infraestructura de desarrollo, muestran relaciones significativas con diversas eficiencias y el crecimiento de la PTF. Los bancos también facilitan la compra de productos intensivos en carbono para reducir las emisiones de carbono. Un fuerte desarrollo bancario asigna con éxito sus recursos financieros para el desarrollo de tecnología energéticamente eficiente, mientras que el desarrollo del sector bancario se considera negativamente relacionadas con la sostenibilidad ambiental. El fuerte sector bancario posee una influencia negativa significativa en la reducción de carbono y la degradación ambiental.

Generalidades y muestra

La presente investigación es de carácter cuantitativo, puesto que utilizan datos específicos para determinar el nivel de eficiencia técnica y productividad de la banca privada ecuatoriana durante el periodo 2000-2020. En este sentido, el tipo de investigación que se propone es descriptiva, ya que con base a las estimaciones previstas se construye una narrativa enmarcada en la comparación de eficiencia y productividad en relación a los factores que interaccionan en la misma. La población de estudio está representada por 12 bancos privados ecuatorianos categorizados en dos grupos: 4 bancos grandes cuyos activos superan los USD 1.000,00 millones (Banco Pichincha, Banco Pacífico, Banco de Guayaquil, y Produbanco) y 8 bancos medianos cuyos activos se encuentran entre USD 200,00 y 1.000,00 millones

(Banco Solidario, Banco Internacional, Banco del Austro, Banco General Rumiñahui, Banco de Machala, Banco de Loja, Banco Bolivariano y Banco Amazonas). Los datos de las diferentes variables y dimensiones son obtenidos principalmente del repositorio de estadísticas de la Superintendencia de Bancos y Compañías, que es la institución rectora de supervisar al sector bancario privado.

Variables y Selección de outputs – inputs

Al realizar un estudio de evaluación de eficiencia de Sistemas, es medular disponer de información completa y precisa, obtenida a partir de criterios homogéneos. Es necesario, por tanto, disponer de información exhaustiva de variables e indicadores de cada entidad, para realizar un completo análisis de eficiencia (Paretto, 2016). Las variables y datos a utilizar provienen de los diferentes estados contables y financieros (Balance General y Estado de Pérdidas y Ganancias) que las instituciones financieras presentan periódicamente a la Superintendencia de Bancos del Ecuador. Los principales outputs utilizados en la literatura son: crédito como variable que refleja la profundización financiera y la operacionalita de la institución bancaria (Banerjee, 2012; Popovici, 2014), inversiones como respaldo de liquidez (Banerjee, 2012; Popovici, 2014; Mora, 2017), y el margen neto de intereses que muestra el valor de rentabilidad que gana un banco por crédito bajo ciertas tasas de interés (Repkova, 2014; Roy, 2014). Mientras que, los principales inputs utilizados en la literatura son: depósitos totales, que refleja el volumen en la captación de recursos y, por ende, las obligaciones del banco con sus depositantes (Banerjee, 2012), activos fijos que representa las propiedades de naturaleza permanente de las instituciones (Capraru, y Mutu, 2016; Andries y Cocris, 2010; Mora, 2017), y gastos en operaciones que son todas aquellas erogaciones para el

funcionamiento de la entidad bancaria (Popovici, 2014 y Mora, 2017). En la tabla 1 se describen a detalle cada una de las variables.

Tabla 1. Descripción de variables, Inputs - Outputs

Variable	Descripción	Unidad de medida
INPUTS		
Depósitos	Depósitos a la Vista más Depósitos a Plazo. Los Depósitos a la Vista registran los recursos recibidos del público, exigibles en un plazo menor a treinta días. Estos se pueden constituir bajo diversas modalidades y mecanismos libremente pactados entre el depositante y el depositario. Los Depósitos a Plazo registran las obligaciones, a cargo de la entidad, derivadas de la captación de recursos del público exigibles al vencimiento de un período no menor de treinta días, libremente convenido por las partes.	Miles de dólares
Activos Fijos. Propiedades y Equipo	Esta cuenta agrupa las cuentas que representan las propiedades de naturaleza permanente, empleadas por la entidad, las cuales sirven para el	Miles de dólares

Variable	Descripción	Unidad de medida
	cumplimiento de los objetivos específicos, cuya característica es una vida útil relativamente larga y están sujetas a depreciaciones.	
Gastos de Operación	Registra los gastos ocasionados por concepto de la relación laboral existente de conformidad con las disposiciones legales vigentes y el reglamento interno de la entidad, los egresos incurridos por la percepción de servicios de terceros, pago de impuestos, cuotas, contribuciones, multas y los cargos por depreciaciones de activos fijos, amortizaciones de gastos diferidos y egresos diversos.	Miles de dólares
OUTPUTS		
Créditos	La cartera de créditos incluye una clasificación principal de acuerdo a la actividad a la cual se destinan los recursos, estas son: para instituciones financieras privadas y públicas: crédito productivo, consumo, inmobiliario, vivienda de interés social y	Miles de dólares

Variable	Descripción	Unidad de medida
	público, microcrédito, educativo y de inversión pública.	
Inversiones	En esta cuenta se registran todas las inversiones en títulos valores adquiridos por la entidad, con la finalidad de mantener reservas secundarias de liquidez, conforme lo establecido en la Ley General de Instituciones del Sistema Financiero.	Miles de dólares
Margen Neto de Intereses	Surge como resultado de la siguiente suma algebraica: Intereses y descuentos ganados (cartera de créditos, inversiones en títulos valores, operaciones interbancarias, depósitos y otros) menos Intereses causados (en obligaciones con el público, obligaciones financieras, servicios fiduciarios, valores en circulación y obligaciones convertibles en acciones, otros).	Miles de dólares

Nota: Superintendencia de Bancos del Ecuador. CUC Catálogo Único de Cuentas. Plan de Cuentas: activos, pasivos, patrimonio y resultados. <https://www.superbancos.gob.ec/bancos/catalogo-de-cuentas/>

Con base en las recomendaciones de Soares de Mello, et al (2004) y Hassan, Kumar y Mishra (2021) es necesario realizar un filtro a las variables para seleccionar aquellas de mayor ajuste y con ello generar la especificación correcta en la estimación de eficiencia y productividad. Para ello se utiliza el Método Multicriterio de Selección sugerido por Soares de Mello, et al (2004) donde proponen combinar la relación causal con el potencial discriminatorio del modelo. Para ello se parte de la condición de que la selección de variables debe respetar el principio de máxima relación causal entre inputs y outputs. Se calculan las correlaciones entre las variables consideradas para verificar en el análisis posterior el par de variables input – output de máxima correlación. Los resultados se reflejan en la tabla 2, donde la máxima correlación entre input – output se da entre gastos de operaciones y margen neto de interés.

Tabla 2. *Matriz de Correlación Inputs - Outputs*

	Depósitos	Activos Fijos	Gastos Operación	Inversiones	Margen Neto Intereses	Créditos	
Correlación	Depósitos	1	0,946	0,979	0,975	0,981	0,987
	Activos Fijos	0,946	1	0,945	0,948	0,94	0,96
	Gastos de Operación	0,979	0,945	1	0,965	0,996	0,961
	Inversiones	0,975	0,948	0,965	1	0,98	0,947
	Margen Neto Intereses	0,981	0,94	0,996	0,98	1	0,957
	Créditos	0,987	0,96	0,961	0,947	0,957	1
Sig. (unilateral)	Depósitos	-	-	-	-	-	
	Activos Fijos	-	-	-	-	-	

Gastos de Operación	-	-	-	-	-
Inversiones	-	-	-	-	-
Margen Neto Intereses	-	-	-	-	-
Créditos	-	-	-	-	-

A continuación, se procede a calcular la Eficiencia Media de las DMU's con todas las posibles combinaciones de variables pares Input – Output. Se determinan el número de DMU's eficientes, para determinar los indicadores de Eficiencia Media Normalizada (SEF) y Nro. de DMU's eficientes Normalizada (SDIS) y obtener el Indicador S que pondera los indicadores SEF y SDIS dado por la relación lineal: $S = \alpha SEF + (1-\alpha) SDIS$. Se eligen el par de variables Input – Output que obtienen el mayor valor del Indicador S (Gastos de Operación – Margen Neto de Intereses); este es el par de valores inicial del proceso, que coincide con el par de valores Input – Output que presenta la mayor correlación de 0, 996 (Tabla 3).

Tabla 3. Eficiencia Media de las DMU's. Variables pares input- output

Inputs	Depósitos	Depósitos	Depósitos	Activos Fijos	Activos Fijos	Activos Fijos	Gastos de	Gastos de	Gastos de
	Inversiones	Margen	Créditos	Inversiones	Margen	Créditos	Inversiones	Margen	Créditos
	Sc or e								
BP AMAZO NAS	1, 00	0, 17	0, 39	0, 29	0, 07	0, 11	1, 00	0, 56	0, 60
BP AUSTRO	0, 60	0, 27	0, 45	0, 42	0, 25	0, 31	0, 54	0, 81	0, 63
BP BOLIVA RIANO	0, 47	0, 24	0, 53	0, 41	0, 28	0, 46	0, 47	0, 79	0, 83
BP GENERA L RUMIÑ AHUI	0, 51	0, 38	0, 53	1, 00	1, 00	1, 00	0, 38	0, 94	0, 61
BP GUAYAQ UIL	0, 78	0, 32	0, 58	0, 34	0, 19	0, 25	0, 66	0, 91	0, 76
BP INTERN ACIONA L	0, 59	0, 24	0, 53	0, 66	0, 36	0, 57	0, 73	0, 97	1, 00
BP LOJA	0, 37	0, 34	0, 46	0, 32	0, 39	0, 39	0, 33	1, 00	0, 64
BP MACHA LA	0, 53	0, 28	0, 52	0, 39	0, 28	0, 36	0, 47	0, 83	0, 71

Inputs		Depósitos	Depósitos	Depósitos	Activos Fijos	Activos Fijos	Activos Fijos	Gastos de	Gastos de	Gastos de
Outputs		Inversiones	Margen	Créditos	Inversiones	Margen	Créditos	Inversiones	Margen	Créditos
BP PACIFIC O		0, 47	0, 30	0, 64	0, 23	0, 20	0, 31	0, 33	0, 70	0, 70
BP PICHIN CHA		0, 66	0, 36	0, 48	0, 44	0, 33	0, 31	0, 44	0, 81	0, 50
BP PRODU BANCO		0, 46	0, 29	0, 57	0, 40	0, 35	0, 49	0, 39	0, 84	0, 76
BP SOLIDA RIO		0, 76	1, 00	1, 00	0, 46	0, 81	0, 58	0, 20	0, 86	0, 40
Eficiencia Media		0, 60	0, 35	0, 56	0, 45	0, 38	0, 43	0, 50	0, 83	0, 68
Nº DMU Eficientes		1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00	1, 00
SE F= Eficiencia Media Normalizada		0, 52	0, 00	0, 42	0, 20	0, 05	0, 16	0, 30	1, 00	0, 68
SD IS = Eficiencia Normalizada										
Indicador S		0, 26	0, 00	0, 21	0, 10	0, 03	0, 08	0, 15	0, 50	0, 34

El par de valores input – output inicial son evaluados con los restantes inputs (Depósitos y Activos Fijos) para calcular la Eficiencia Media y escoger la combinación con la mayor Eficiencia Media o Indicador S: Gastos de Operación – Margen Neto de Intereses – Depósitos (Tabla 4).

Tabla 4. *Eficiencia Media de las DMU's*

Inputs	Gastos de Operación	Gastos de Operación
Outputs	Margen Neto Intereses	Margen Neto Intereses
Inputs	Depósitos	Activos
	Score	Score
BP AMAZONAS	0,5584	0,5584
BP AUSTRO	0,806	0,806
BP BOLIVARIANO	0,7875	0,7875
BP GENERAL RUMIÑAHUI	0,9695	1
BP GUAYAQUIL	0,9151	0,9056
BP INTERNACIONAL	0,9654	0,9654
BP LOJA	1	1
BP MACHALA	0,8337	0,8325
BP PACIFICO	0,7324	0,7022
BP PICHINCHA	0,8555	0,8152
BP PRODUBANCO	0,8418	0,8413
BP SOLIDARIO	1	0,9077
Eficiencia Media	0,8554	0,8435
Nº DMU Eficientes	2	2
SEF= Eficiencia Media Normalizada	1	0

SDIS=	N° DMU Eficientes Normalizada		
	Max	Min	Rango
Eficiencia Media	0,8554	0,8435	0,012
N° DMU Eficientes	2	2	0

Finalmente se evalúa la Eficiencia Media de las DMU's con las variables output Crédito e Inversiones y la variable input restante, Activos. Se selecciona la combinación de variables Input – Output con el mayor valor del Indicador S, verificando el cumplimiento de la condición que el número de unidades productivas DMU's (n) debe ser mayor o igual al máximo entre el producto del número de Inputs (m) y Outputs (s) (Cooper, Seiford, y Tone, 2006): $n \geq \max[m*s; 3*(m+s)]$. La combinación de variables final seleccionada para el análisis es: Gastos de Operación – Margen Neto de Intereses – Depósitos – Crédito (Tabla 5).

Tabla 5. Eficiencia Media de las DMU's

Inputs	Gastos de Operación	Gastos de Operación	Gastos de Operación
Outputs	Margen Neto Intereses	Margen Neto Intereses	Margen Neto Intereses
Inputs	Depósitos	Depósitos	Depósitos
Inputs			Activos
Outputs	Crédito	Inversiones	
	Score	Score	Score
BP AMAZONAS	0,6899	1	0,5584
BP AUSTRO	0,8425	0,8692	0,806

Desarrollo de la investigación desde
la universidad latinoamericana

	BP BOLIVARIANO	0,9526	0,8205	0,7875
	BP GENERAL RUMIÑAHUI	0,9851	0,9915	1
	BP GUAYAQUIL	0,996	1	0,9151
	BP INTERNACIONAL	1	1	0,9654
	BP LOJA	1	1	1
	BP MACHALA	0,8981	0,8807	0,8337
	BP PACIFICO	1	0,7613	0,7324
	BP PICHINCHA	0,8638	0,9042	0,8555
	BP PRODUBANCO	0,973	0,8696	0,8434
	BP SOLIDARIO	1	1	1
	Eficiencia Media	0,9334	0,9247	0,8581
	Nº DMU Eficientes	4	4	3
SEF=	Eficiencia Media Normalizada	1	0,8848	0
SDIS=	Nº DMU Efic. Normalizada	0	0	1
	Indicador S	0,5	0,4424	0,5
		Max	Min	Rango
	Eficiencia Media	0,9334	0,8581	0,0753
	Nº DMU Eficientes	4	3	1

Método de análisis envolvente de datos (DEA)

En este estudio se utiliza en modelo DEA-CCR desarrollado por Charnet et al (1978) y expandido por Sherman y Gold (1985) para evaluar la eficiencia de los bancos privados del Ecuador durante el periodo 2000-2020. Siguiendo a Gou y Wu (2013) y a Hassan, Kumar y Mishra (2021) el modelo DEA – CCR proporciona medidas de eficiencia radial, Inputs y Outputs orientadas, y supone convexidad, fuerte eliminación gratuita de inputs y outputs y rendimientos constantes a escala. Para efectos de la investigación se utiliza el método DEA de input orientado, el mismo que busca la máxima reducción proporcional en el vector de Inputs mientras permanece en la frontera de posibilidades de producción. Una Unidad no es eficiente si es posible disminuir cualquier Input sin alterar sus Outputs (Coll y Blasco, 2006).

En DEA, la eficiencia técnica (relativa) de cada una de la Unidades productivas se define como el cociente entre la suma ponderada de los Outputs ($\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}$) y

la suma ponderada de los Inputs ($\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}$). El modelo

DEA-CCR Input orientado expresado en términos de cociente es:

$$Max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon$$

Donde;

1. Se consideran n Unidades ($j=1, 2, \dots, n$), cada una de las cuales emplean los mismos Inputs (en diferentes cantidades) para obtener los mismos Outputs (en diferentes cantidades).
2. x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) representa las cantidades de Input i ($i=1, 2, \dots, m$) consumidos por la j -ésima Unidad.
3. x_{i0} representa la cantidad de Input i consumido por la Unidad que es evaluada, Unidad₀.
4. y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) representa las cantidades observadas de Output r ($r=1, 2, \dots, s$) producidos por la j -ésima Unidad.
5. y_{r0} representa la cantidad de Output obtenido por la Unidad que es evaluada, Unidad₀.
6. u_r ($r=1, 2, \dots, s$) y v_i ($i=1, 2, \dots, m$) representan los pesos (o multiplicadores) de los Outputs e Inputs respectivamente.
7. ($u_r, v_i \geq \varepsilon$), donde ε es un infinitésimo no-arquímedeo. El propósito es evitar que una Unidad, pese a presentar $h_o^*=1$, sea incorrectamente caracterizada como eficiente al obtener en la solución óptima algún peso u_r y/o v_i el valor de cero siendo, en consecuencia, el correspondiente Input y/u Output obviado en la determinación de la eficiencia.

En el modelo, si la solución óptima es $h_o^* = 1$ esto indica que la Unidad que es evaluada es eficiente en relación con las otras Unidades. Si $h_o^* < 1$, la Unidad será ineficiente. Las Unidades que con los mismos pesos u_r y v_i asignados a la Unidad ineficiente que esté siendo evaluada resulten ser eficientes se denominan peers (pares). Los peers conforman el denominado conjunto

de referencia eficiente de la Unidad ineficiente, es decir, constituyen la referencia para la mejora de la Unidad ineficiente (Coll y Blasco, 2006).

En cuanto a los pesos óptimos (u_r^* y v_i^*), los valores de éstos difieren de una Unidad a otra, puesto que el modelo debe ser resuelto para cada una de las n Unidades, cada una de las cuales busca a su vez, los mejores pesos que maximicen su eficiencia.

Cambio de Productividad: índice de productividad de Malmquist

El índice de productividad de Malmquist mide el cambio de productividad a lo largo de un periodo de tiempo (t) y, posteriormente, descompone este cambio en cambio de eficiencia y en cambio tecnológico. El índice de crecimiento de la productividad de Malmquist según Fare y Lovell (1978) está dado por:

$$\left[\frac{D_I^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_I^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_I^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_I^t(X_t, Y_t)} \right]^{1/2} = \left[\frac{ET_{A_{t+1}}^t * ET_{A_t}^t}{ET_{A_{t+1}}^{t+1} * ET_{A_t}^{t+1}} \right]^{1/2} = \left[\frac{c' d' * cd}{c' e' * ce} \right]^{1/2} \quad (2)$$

Donde; $\left[\frac{D_I^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_I^{t+1}(X_t, Y_t)}{D_I^t(X_{t+1}, Y_{t+1}) * D_I^t(X_t, Y_t)} \right]^{1/2}$ la media geométrica de los índices en los corchetes, captura el cambio en la tecnología, desplazamiento de la frontera tecnológica entre los dos períodos evaluados t y $t+1$. El valor mayor a 1 para el índice representa un crecimiento positivo de la productividad total de los factores y un valor menor a 1 representa un crecimiento negativo (Hassan, Kumar y Mishra, 2021).

**Análisis de las medidas de eficiencia
de los bancos privados del Ecuador, periodo
2000-2020**

Con el propósito de analizar el desempeño de las entidades bancarias en el período 2001 – 2020, se calculan en primer lugar, los índices de eficiencia calculando la media, desviación estándar y el coeficiente de variación del periodo para cada año empleando el modelo DEA CCR. En la tabla 6 se presenta los resultados del sistema privado en conjunto para cada año del periodo analizado. De estas medidas se observa que únicamente una entidad en actividad en todos los años del período es eficiente, es decir, tiene una eficiencia media igual a 1, ella es el Banco Solidario, clasificado como banco mediano. Los bancos que operaron en el Sistema en el período y resultan con una medida cuasi eficiente (índice > 0,90) son, entre los bancos clasificados como grandes, el Banco Pacífico y entre los bancos medianos, Banco Internacional, Banco General Rumiñahui y Banco de Loja. Los bancos que operaron en el Sistema y resultan ineficientes (índice < 0,90) son, Banco Pichincha, Guayaquil y Produbanco, en el grupo de los bancos grandes y, banco Bolivariano, Austro, Machala y Amazonas, entre los bancos clasificados como medianos.

Tabla 6. *Estadística de las medidas de eficiencia de los bancos en el período 2001 – 2020*

DMU	Eficiencia Promedio	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
Período 2001 - 2020			
Bancos Grandes			

BP PICHINCHA	0,8502	0,0666	8%
BP PACIFICO	0,9302	0,0651	7%
BP GUAYAQUIL	0,8638	0,0838	10%
BP PRODUBANCO	0,8341	0,0793	10%
Bancos Medianos			
BP BOLIVARIANO	0,8573	0,0406	5%
BP INTERNACION AL	0,9608	0,0589	6%
BP AUSTRO	0,8732	0,0676	8%
BP GENERAL RUMIÑAHUI	0,9156	0,0697	8%
BP MACHALA	0,8222	0,0375	5%
BP SOLIDARIO	1	-	0%
BP LOJA	0,99	0,0331	3%
BP AMAZONAS	0,804	0,1055	13%
Mínimo	0,804		
Eficiencia promedio Sistema	0,8796		
Eficiencia Prom. Bancos Grandes	0,8696		
Eficiencia Prom. Bancos Medianos	0,917		

Al analizar cada uno de los años considerados se puede explorar estadísticamente la eficiencia del Sistema

bancario en su conjunto. En la tabla 7, se resume esta información de cada una de estas medidas a lo largo del período. Se observa una eficiencia media del Sistema en el período de 0,879 lo que sugiere que aproximadamente un 12% de los recursos de los bancos no fueron empleados para generar créditos, brindar servicios a los clientes e incrementar inversiones. La eficiencia media del Sistema varía levemente año a año durante el período con valores superiores al 84%, los años 2002- 2003, 2005 – 2009, 2011-2012 y 2015-2016, presentan eficiencias promedio inferiores a la media del Sistema. El coeficiente de variación en estos años se encuentra en un rango entre 10% - 13% lo que sugiere una homogeneidad en las medidas de eficiencia del Sistema. Los años 2002 y 2015 presentan las medidas de eficiencia más bajas del período. En el año 2002, las tasas de interés activas mostraron una ligera tendencia a la baja, lo que implicaba que aún persistían factores estructurales que afectaron la tasa de los créditos, tales como la alta preferencia por liquidez que el sistema bancario mantenía a raíz de que la banca dejó de contar con un prestamista de última instancia (antes el Banco Central). Este factor dificultó la reactivación de la oferta de crédito lo que a la vez incidió en la disminución del margen bruto de intermediación producto de una importante disminución de los ingresos financieros (Banco Central del Ecuador, 2002). En el año 2015, el país entro en una recesión, la intermediación financiera se vio afectada por el entorno externo caracterizado por los bajos precios del petróleo, un dólar apreciado con respecto a las monedas de socios comerciales clave y una desaceleración de la demanda mundial. Esto afecto el crecimiento del PIB nacional (0,1 %), el crecimiento del PIB del Sector Financiero (-0,7%). Las captaciones del sistema financiero nacional decrecieron en un 9%, por consecuencia afectando la oferta de crédito y la disminución del margen de intermediación (Banco Central del Ecuador, 2020).

Tabla 7. Estadística de las medidas de eficiencia de cada año del período 2001 – 2020

Años	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Eficiencia promedio Sistema	0,9137	0,8465	0,8494	0,8848	0,8763	0,8533	0,8727	0,8731	0,8649	0,9024
Desv. St.	0,0622	0,1014	0,0935	0,0832	0,0887	0,1007	0,0856	0,0929	0,085	0,0789
Coef. Variación	7%	12%	11%	9%	10%	12%	10%	11%	10%	9%
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Eficiencia promedio Sistema	0,8701	0,8639	0,9049	0,9058	0,8454	0,8617	0,8815	0,895	0,9128	0,9147
Desv. St.	0,0999	0,1031	0,063	0,0698	0,1093	0,0882	0,0877	0,0787	0,0742	0,0912
	11%	12%	7%	8%	13%	10%	10%	9%	8%	10%
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Análisis de las entidades privadas ecuatorianas 2000 – 2020 según su condición de eficiencia

Con base a las medidas de eficiencia calculadas en el apartado anterior, se puede indicar para cada año el número de entidades que resultaron eficientes (índice = 1), cuasi eficientes (índice > 0,90) o ineficientes. Las cantidades absolutas se muestran en la tabla 8, mientras que en la tabla 9 se presentan en forma relativa, como porcentaje del total de bancos en cada año.

Tabla 8. Número de Entidades bancarias según la evolución de eficiencia

Evaluación de eficiencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
--------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Bancos eficientes	3	3	2	4	3	3	2	2	2	2
Bancos cuasi eficientes	3	1	3	1	2	0	2	3	1	4
Bancos ineficientes	6	8	7	7	7	9	8	7	9	6
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Evaluación de eficiencia	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bancos eficientes	2	2	3	4	4	3	4	4	4	4
Bancos cuasi eficientes	3	3	2	3	0	1	1	2	3	4
Bancos ineficientes	7	7	7	5	8	8	7	6	5	4
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 9. Cantidad relativa de Entidades bancarias según la evolución de eficiencia

Evaluación de eficiencia	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Bancos eficientes	25%	25%	17%	33%	25%	25%	17%	17%	17%	17%
Bancos cuasi eficientes	25%	8%	25%	8%	17%	1%	17%	25%	8%	33%
Bancos ineficientes	50%	67%	58%	58%	58%	74%	67%	58%	75%	50%
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Años	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Bancos eficientes	17%	17%	25%	33%	33%	25%	33%	33%	33%	33%

Bancos cuasi eficientes	25%	25%	17%	25%	1%	8%	8%	17%	25%	33%
Bancos ineficientes	58%	58%	58%	42%	66%	67%	58%	50%	42%	33%
Nro. Bancos	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

De los resultados de las tablas 8 y 9 puede verse que el número de unidades eficientes presentan una estabilidad relativa en el período, con un promedio del 25% y un rango entre el 17% - 33%. Las unidades ineficientes tienen una prevalencia en el período con un promedio del 57%, alcanzando un pico máximo en el año 2009 cuando representaron el 75% de las entidades, lo cual se puede explicar por el efecto de la crisis económica y financiera internacional que afectó al país. Las unidades cuasi eficientes presentan el menor porcentaje entre 2001 -2020, con un promedio de 18% en el período y un rango entre 1% - 33%. Estas presentan su nivel más bajo en 2006 y 2015. En el año 2015 las entidades financieras debieron disminuir diferentes líneas de crédito debido a la ralentización de la colocación de crédito, las captaciones del sistema financiero se contrajeron en 9%, la intermediación financiera se vio afectada por un entorno externo marcado por los bajos precios del petróleo, una apreciación del dólar respecto a las monedas de socios comerciales y la desaceleración de la demanda mundial.

En el período 2016-2020 se observa una disminución sostenida de las entidades financieras ineficientes, así como, un crecimiento sostenido de las entidades cuasi eficiente, para llegar al año 2020 con una proporción igual, de 33% para el número de bancos eficientes, cuasi eficientes e ineficientes. Durante los años 2016 y 2017, el Sistema financiero empezó nuevamente a dinamizar la colocación de crédito por la liquidez acumulada en el año 2015. En épocas de contracción económica como la experimentada en el año 2015, las

familias y empresas son más cautelosas en sus gastos e inversiones, así durante una primera etapa los agentes económicos que sienten el shock retiran efectivo para solventar cualquier gasto o emergencia, lo que hace disminuir los depósitos. Sin embargo, en la segunda fase ocurre lo contrario, los hogares y las empresas comienzan a cuidar más sus gastos privilegiando el ahorro y por consecuencia un crecimiento de los depósitos en el sistema financiero (Banco Central del Ecuador, 2020).

En los años 2018 y 2019 el sistema financiero mostró una contracción en sus niveles de liquidez, provocado por el ajuste fiscal realizado por el Gobierno Central, acorde a la disminución de fuentes de financiamiento externas, lo cual afectó de manera directa en los depósitos del sistema financiero. La cartera de crédito mostró una tendencia diferente, a pesar de contracción de los depósitos en el 2018, este crecimiento se financió con la liquidez acumulada en los años 2016 y 2017, en los cuales la demanda de crédito fue inferior a la captación de los depósitos. En el año 2019, el comportamiento del crédito y los depósitos del sistema financiero estuvo determinado por una recuperación leve de la liquidez luego de la firma con el Fondo Monetario Internacional (FMI), sin embargo, aunque se dio una tendencia creciente de los depósitos esto no fue suficiente para financiar el crecimiento de los créditos lo cual fue solventado con el crecimiento de préstamos en el exterior por las entidades financieras (Banco Central del Ecuador, 2020).

Evolución de la eficiencia y productividad de las entidades bancarias. Período 2001 – 2020

Las medidas de eficiencia calculadas en la sección anterior para las entidades bancarias se refieren a cada

uno de los años del período 2001-2020, pero no producen una vinculación temporal que permita evidenciar la evolución del desempeño de la eficiencia y la productividad de cada una de ellas. Se emplea el Índice DEA-Malmquist y la descomposición propuesta por Farë et al. (1992) para analizar diferencias en la productividad y en la frontera de eficiencia de las entidades bancarias en Ecuador durante el período 2001–2020. Se calcula el Índice de Productividad DEA-Malmquist para los bancos en actividad en el período considerando las variables input y output seleccionadas y utilizando los programas Frontier Analysis, MaxDEA y Microsoft Excel 2019. La tabla 10 muestra los resultados para el Sistema. En el año 2003 respecto al año 2002, se observa un deterioro en la productividad atribuible en mayor proporción a una reducción de la frontera tecnológica. También se puede destacar que en los períodos 2004 -2005, 2007-2008, 2010-2011 y 2016-2017 se observan incrementos importantes de la productividad, explicados en estos casos por un aumento en la frontera tecnológica. En este sentido, el progreso en la frontera tecnológica del sistema bancario puede interpretarse como: innovación de las comunicaciones (servicios bancarios por internet), renovación y adquisición de nuevas tecnologías (cajeros automáticos, equipamiento tecnológico), mejora en los procesos de intermediación, innovaciones en las medidas de seguridad, capacitación del talento humano, entre otros (Peretto, 2016). En los años 2004-2005 y 2010-2011 la eficiencia técnica media del Sistema bancario se ve disminuida lo cual implica que ha existido un alejamiento de las entidades de la frontera eficiente.

En los años 2002-2003, 2006-2007, 2008-2009, 2015-2016 y 2019–2020 se evidencian decrementos sustanciales de la productividad en el Sistema bancario, explicados principalmente por un retroceso en la frontera tecnológica. Ante el regreso técnico observado, se percibe como inmediata explicación que

las empresas situadas en la frontera empeoran su gestión respecto de años anteriores, sin embargo, el retroceso técnico puede reflejar que la intensificación de la competencia y las nuevas tecnologías, hagan necesario ofrecer para un mismo precio y volumen monetario, mayores calidades y cantidades de servicios, para lo que es necesario el empleo de mayor cantidad de inputs (Pastor, 1995). El retroceso técnico en los años expuestos 2008-2009, 2015-2016 y 2019-2020 coincide con la ocurrencia de eventos que impactaron la economía ecuatoriana, los sectores industriales y en el sistema bancario: la crisis financiera internacional que se profundizó en 2009, el terremoto ocurrido en el mes de marzo de 2016 y la pandemia del Covid-19 en los años 2019-2021.

Tabla 10. *Índice DEA-Malmquist de las entidades bancarias en el período 2001 – 2020*

Años	Cambio en la eficiencia técnica (CET)	Mejora / Deterioro (%)	Cambio en la frontera tecnológica (CT)	Mejora / Deterioro (%)	Índice de Malmquist (IPM)	Mejora / Deterioro (%)
2001 - 2002	0,932	-6,85	1,045	4,5	0,973	-2,66
2002 - 2003	1,002	0,16	0,903	-9,68	0,905	-9,54
2003 - 2004	1,041	4,13	0,962	-3,76	1,002	0,21
2004 - 2005	0,99	-0,97	1,05	5,02	1,04	4
2005 - 2006	0,972	-2,78	1,055	5,49	1,026	2,56
2006 - 2007	1,024	2,43	0,957	-4,32	0,98	-1,99
2007 - 2008	1,005	0,5	1,035	3,51	1,04	4,03
2008 - 2009	0,985	-1,52	0,958	-4,15	0,944	-5,61
2009 - 2010	1,045	4,48	0,982	-1,78	1,026	2,62

Desarrollo de la investigación desde
la universidad latinoamericana

2010 - 2011	0,973	-2,71	1,061	6,07	1,032	3,2
2011 - 2012	0,989	-1,08	1	-0,03	0,989	-1,11
2012 - 2013	1,04	3,96	0,979	-2,09	1,018	1,79
2013 - 2014	1,004	0,42	1,028	2,78	1,032	3,21
2014 - 2015	0,934	-6,63	1,048	4,75	0,978	-2,19
2015 - 2016	1,019	1,94	0,957	-4,29	0,976	-2,43
2016 - 2017	1,025	2,45	1,056	5,57	1,082	8,16
2017 - 2018	1,013	1,32	1,053	5,27	1,067	6,65
2018 - 2019	1,018	1,81	1,001	0,11	1,019	1,92
2019 - 2020	1,011	1,06	0,959	-4,11	0,969	-3,09
Media del período	1,001		1,004		1,004	

Para identificar un patrón de crecimiento de la productividad y sus componentes, se calcula el índice DEA-Malmquist (IPM) acumulado como también el cambio en la eficiencia (CET) y en la frontera tecnológica (CT) acumulados (tabla 11). La productividad acumulada tuvo un incremento importante en el período (12,7%), acompañada por el crecimiento en la eficiencia técnica (9,6%) así como por un incremento en el cambio tecnológico (4,2%). El cambio tecnológico muestra un crecimiento mayor al de la productividad hasta el año 2018. La eficiencia técnica acumulada también muestra una tendencia creciente en el período, con un aumento sostenido a partir del año 2016.

En el año 2015 el Sistema financiero presentó una reducción de la cartera de créditos, lo cual estuvo asociado al menor dinamismo de la economía como

consecuencia de shocks exógenos como la caída de los precios del petróleo, apreciación del dólar, devaluación de la moneda de países vecinos y desaceleración de los socios comerciales. En las épocas de contracción económica, las familias y empresas son más cautas en sus gastos e inversiones. Así durante la primera etapa de la recesión los agentes económicos que sienten el shock retiran efectivo para solventar gastos o emergencias, lo cual hace disminuir los depósitos. Sin embargo, en una segunda fase ocurre lo contrario, los agentes económicos cuidan mayormente sus gastos privilegiando el ahorro y, por tanto, se da un crecimiento de los depósitos en el Sistema financiero. Con liquidez adicional, las entidades financieras que durante la época de recesión en el año 2015 debieron disminuir líneas de crédito debido a la ralentización de la colocación de crédito, empezaron nuevamente a dinamizarlo durante los años 2016 y 2017 (Banco Central del Ecuador, 2020).

Tabla 11. *Evolución acumulada del Índice DEA-Malmquist y sus componentes*

Años	CET Acumulado		CT Acumulado		IPM Acumulado	
2001 - 2002	-0,07	0,932	0,045	1,045	-0,027	0,973
2002 - 2003	0	0,933	-0,097	0,948	-0,095	0,878
2003 - 2004	0,04	0,974	-0,038	0,911	0,002	0,88
2004 - 2005	-0,01	0,965	0,05	0,961	0,04	0,92
2005 - 2006	-0,03	0,937	0,055	1,016	0,026	0,946
2006 - 2007	0,02	0,961	-0,043	0,973	-0,02	0,926
2007 - 2008	0	0,966	0,035	1,008	0,04	0,966
2008 - 2009	-0,02	0,951	-0,042	0,966	-0,056	0,91
2009 - 2010	0,04	0,996	-0,018	0,948	0,026	0,936
2010 - 2011	-0,03	0,969	0,061	1,009	0,032	0,968
2011 - 2012	-0,01	0,958	0	1,009	-0,011	0,957

Años	CET Acumulado		CT Acumulado		IPM Acumulado	
2012 - 2013	0,04	0,997	-0,021	0,988	0,018	0,975
2013 - 2014	0	1,002	0,028	1,016	0,032	1,007
2014 - 2015	-0,07	0,935	0,048	1,063	-0,022	0,985
2015 - 2016	0,02	0,955	-0,043	1,02	-0,024	0,961
2016 - 2017	0,02	0,979	0,056	1,076	0,082	1,042
2017 - 2018	0,01	0,992	0,053	1,129	0,067	1,109
2018 - 2019	0,02	1,01	0,001	1,13	0,019	1,128
2019 - 2020	0,01	1,021	-0,041	1,089	-0,031	1,097
Tasa de crecimiento		9,60%		4,20%		12,70%

Mejora potencial: Contribuciones Input – Output

En la tabla 12 se observa la información acerca del énfasis con la que cada variable Input/Output en promedio ha sido utilizada para la evaluación de las unidades productivas. Esta información muestra que variables Input/Output han sido empleadas para obtener la puntuación de eficiencia y cuales han sido ignoradas, contribuyendo a la validación de la puntuación de eficiencia obtenida por cada DMU (Coll y Blasco, 2006). Los valores de los Input y Output virtuales exponen información sobre la importancia que una DMU asigna a determinados Inputs y Outputs con el propósito de obtener la máxima puntuación de eficiencia.

**Tabla 12. Porcentajes de Contribuciones
Input/Output bancos privados, promedio 2001-2020**

BANCOS	IO Cont DEPOSITOS	IO Cont GASTOS DE OPERACIÓN	IO Cont MARGEN NETO INTERESES	IO Cont CARTERA DE CRÉDITOS
AMAZONAS	61,44	38,56	11,845	88,155
AUSTRO	54,5	45,5	36,48	63,52
BOLIVARIANO	61,62	38,38	1,445	98,555
GENERAL RUMIÑAHUI	53,255	46,745	57,695	42,305
GUAYAQUIL	58,51	41,49	5,89	94,11
INTERNACIONAL	40,755	59,245	18,56	81,44
LOJA	18,965	81,035	65,14	34,86
MACHALA	61,815	38,185	18,215	81,785
PACIFICO	54,61	45,39	36,79	63,21
PICHINCHA	59,405	40,595	26,91	73,09
PRODUBANCO	67,045	32,955	8,295	91,705
SOLIDARIO	55,985	44,015	42,55	57,45

De acuerdo a los resultados de la tabla 12, el Banco Amazonas, unidad menos eficiente en el periodo promedio, puede considerar que una reducción en el consumo del Input depósitos tiene un efecto mayor en la eficiencia del banco (61,44%) que una reducción en el input gastos de operaciones. Esto provocará un 11,84% y 88,155% de mejora de eficiencia en los outputs margen neto de interés y crédito respectivamente. Por otro lado, una reducción del consumo en depósitos en los bancos Austro, Bolivariano, General Rumiñahui, Guayaquil, Machala, Pacífico, Pichincha, Produbanco y Solidario tiene mayores efectos sobre la eficiencia en relación a reducciones de los gastos operacionales. Mientras que, en los bancos Internacional y Loja, una reducción en el

consumo de gastos operacionales tiene un efecto mayor en la eficiencia del banco (59,24% y 81,035% respectivamente) en relación a una reducción en el consumo de depósitos.

CONCLUSIONES

En cuanto al análisis de eficiencia del sistema bancario privado se procedió en primer lugar, a la selección de variables bajo rigurosidad de criterios de selección basado en el método MEEC, siendo los inputs depósitos y gastos de operación y, los outputs créditos e ingresos netos de intereses las variables seleccionadas. Ahora bien, bajo el cálculo de eficiencia con la metodología DEA CCR clásica se determinó que los bancos grandes Pichincha, Guayaquil y Produbanco y, que los bancos medianos Bolivariano, Austro, Machala, y Amazonas presentaron un índice por debajo de 0,90, lo cual indica que dichos bancos operaron en el sistema de forma ineficiente. Mientras que los bancos grandes como el Banco del Pacífico y, bancos medianos como Banco Internacional, Banco Rumiñahui, Banco Solidario y Banco de Loja presenta una cuasi eficiencia con un índice DEA CCR superior a 0,90.

Se estableció que los coeficientes de variación no superan el 30%, lo cual indica que la eficiencia media del sistema bancario privado es representativa, pues existe homogeneidad tanto en sección cruzada como en sección temporal. Bajo dicho criterio, la eficiencia media del sistema fue de 0,879, lo que muestra que aproximadamente el 12% de los recursos institucionales no fueron utilizados para generar créditos, brindar servicios o incrementar inversiones. Bajo un análisis intertemporal; es decir, entre periodos se observan leves variaciones de año a año. Los años 2002 - 2003, 2005 – 2009, 2011 - 2012 y 2015 - 2016, presentan eficiencias promedio inferiores a la media del Sistema, con un índice de 0,84. Dicho valores se ajustan a la realidad del entorno económico ecuatoriano. En el periodo 2000-2003, el país inició un

proceso de recuperación a causa de la crisis sistematizada del año 1999. En el año 2008, se generó la crisis financiera internacional, misma que afectó a la banca privada, sobre todo a los bancos considerados grandes. Mientras que, para el año 2015 el país ingresó en una nueva recesión económica, y con ella la intervención financiera y sus actividades se vieron afectadas por factores externos.

Por otro lado, el cálculo del el Índice DEA-Malmquist se empleó para determinar la productividad de la banca privada. Los resultados señalan que durante los periodos 2002-2003, 2006-2007, 2008-2009, 2015-2016 y 2019-2020 se generó un deterioro de la productividad a causa de una reducción de la frontera tecnológica. Por otro lado, para los periodos 2004 - 2005, 2007-2008, 2010-2011 y 2016-2017 se observa un incremento de la frontera tecnológica, principalmente por un incremento y tecnificación de los canales de prestación de servicios financieros, lo cual derivó en un incremento de la productividad. La productividad acumulada tuvo un incremento importante en el período (12,7%), acompañada por el crecimiento en la eficiencia técnica (9,6%) así como por un incremento en el cambio tecnológico (4,2%). En cuanto a las combinaciones de eficiencias se evidencia que una reducción en el consumo de depósitos en promedio tiende a generar efectos relativamente mayores sobre el incremento de la eficiencia en relación al gasto de operaciones; sin embargo, esta variable también supone cierto peso que limita el aumento en la eficiencia en algunas instituciones financieras.

La investigación, aunque realiza una revisión ampliada en la aplicación metodológico, presenta algunas limitaciones, entre ellas: se limita a la banca privada de bancos grandes y medianos, y se excluye a los bancos pequeños y cooperativas, así como a la banca pública que son una base importante del sistema financiero ecuatoriano, también se limita a incluir variables (inputs y outputs) representativos, excluyendo a otras

variables, por lo que no se supondría la magnitud de esas y sus efectos. A partir de estas limitaciones nacen recomendaciones de investigación complementaria. Sería interesante entonces investigar la eficiencia bancaria a partir de métodos paramétricos, lo cual permita evaluar los escenarios de mejor manera y generar una evaluación de información más profunda, con lo cual se evite caer en ciertos sesgos por omisiones de información o simplemente por una limitada aplicación metodológica. Así mismo, se recomienda realizar análisis que evalúen sistemas financieros entre distintos países, lo cual permita ampliar el estudio de determinantes de la eficiencia. Finalmente, a los bancos que presenten estructura ineficiente se les recomienda incrementar sus outputs y reducir ciertos inputs como gastos en depósitos y operacionales, los cuales generan una mala asignación de recursos, especialmente en las instituciones consideradas grandes, mismas que reducen la eficiencia técnica relativa.

REFERENCIAS

- Abbas, M., Hammad, R., Elshahat, M., & Azid, T. (2015). Efficiency, productivity and Islamic banks: an application of DEA and Malmquist index. *Humanomics*, 31(1), 118-131.
- Andries, A., & Cocris, V. (2010). A comparative analysis of the efficiency of Romanian banks. *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 13(4), 54-75.
- Antunes, J., Hadi-Vencheh, A., Jamshidi, A., Tan, Y., & Wanke, P. (2022). Bank efficiency estimation in China: DEA-RENNA approach. *Annals of Operations Research*, 315(2), 1373-1398.
- Asawaruangpipop, P., & Suwunnamek, O. (2014). Analysis on savings and credit cooperatives efficiency in Thailand: a data envelopment analysis (DEA) approach. *Research Journal of Business Management*, 8(3), 242-253.

- Azad, M., Wanke, P., Raihan, M., Anwar, S., & Mustafa, R. (2020). Bank efficiency in Bangladesh revisited: a slack-based network DEA approach. *Journal of Economic Studies*, 47(5), 1001-1014.
- Banco Central del Ecuador. (2002). *Memoria Anual 2002*. Quito - Ecuador.
- Banco Central del Ecuador. (2020). *20 Años de Dolarización de la Economía Ecuatoriana*. Quito - Ecuador: BCE.
- Banerjee, B. (2012). Banking sector efficiency in new EU member states: A survey. *Eastern European Economics*, 50(6), 81-115.
- Charfeddine, L., & Khediri, K. B. (2016). Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322-1335.
- Charnes, A., Cooper, W., & Rhodes, E. (1978). *A data envelopment analysis approach to evaluation of the program follow through experiment in US public school education* (pp. 1-64). Management Sciences Research Group, Graduate School of Industrial Administration, Carnegie-Mellon University.
- Chen, T. (2002). A comparison of chance-constrained DEA and stochastic frontier analysis: bank efficiency in Taiwan. *Journal of the Operational Research Society*, 53(5), 492-500.
- Čižo, E., Lavrinenko, O., & Ignatjeva, S. (2020). Analysis of the relationship between financial development and economic growth in the EU countries. *Insights into Regional Development*, 2(3), 645-660.
- Coll, V, & Blasco, O. (2006). Evaluación de la eficiencia mediante análisis envolvente de datos. Valencia: Universidad de Valencia.

- Cooper, W, Seiford, L, & Tone, K. (2000). Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, *References and DEA-Solver Software*. Kluwer Academic Publishers, 25.
- Durusu-Ciftci, D., Ispir, M., & Yetkiner, H. (2017). Financial development and economic growth: Some theory and more evidence. *Journal of policy modeling*, 39(2), 290-306.
- Fare, R, & Lovell, K. (1978). Measuring the Technical Efficiency of Production. *Journal of Economic Theory*, 19, 150-162.
- Ferrier, G., Kerstens, K., & Eeckaut, P. (1994). Radial and non-radial technical efficiency measures on a DEA reference technology: a comparison using US banking data. *Recherches Économiques de Louvain/Louvain Economic Review*, 60(4), 449-479.
- Gastambide, A. (2010). *El camino hacia la dolarización en Ecuador*. FLACSO-Sede Ecuador.
- Goldsmith, R. (1969). *Financial Structure and Development*. New Haven, CN: Yale University Press.
- Guo, D., & J. Wu. 2013. A complete ranking of DMUs with undesirable outputs using restrictions in DEA models. *Mathematical and Computer Modelling* 58 (5–6): 1102–1109.
- Hassan, A. Kumar, S. & Mishra, S. (2021). The efficiency of Indian banks: A DEA, Malmquist and SFA analysis with bad output. *Journal of Quantitative Economics*, 19, 653-701.
- Hassan, M. K., Sanchez, B., & Yu, J. S. (2011). Financial development and economic growth: New evidence from panel data. *The Quarterly Review of economics and finance*, 51(1), 88-104.

- Hassan, W., Hao, G., Zhu, N., Yasmeeen, R., Haq Padda, I., & Kamal, M. (2022). A cross-country efficiency and productivity evaluation of commercial banks in South Asia: A meta-frontier and Malmquist productivity index approach. *Plos one*, *17*(4), e0265349.
- Hermes, N., & Lensink, R. (2000). Financial system development in transition economies. *Journal of Banking & Finance*, *24*(4), 507-524.
- Jauch, S., & Watzka, S. (2016). Financial development and income inequality: a panel data approach. *Empirical Economics*, *51*, 291-314.
- Khaksar, M., & Malakoutian, M. (2020). Productivity evaluation for banking system in developing countries: DEA malmquist productivity index based on CCR, BCC, CCR-BCC (a case study). *Eng Transactions*, *1*, 186.
- Levine, R. (1996). Foreign Banks, Financial Development, and Economic. *International financial markets: Harmonization versus competition*, 224
- Liu, J. S., Lu, L. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. (2013). Data envelopment analysis 1978–2010: A citation-based literature survey. *Omega*, *41*(1), 3-15.
- Mora, J. (2017). Estudio de Eficiencia del Sistema de Bancos Privados, Sistema Popular y Solidario del Ecuador: Año 2011-2016. *Revista Publicando*, *4*(13 (1)), 274-293.
- Pastor, J. M. (1995). *Eficiencia, cambio productivo y cambio técnico en los bancos y cajas de ahorro españolas: un análisis frontera no paramétrico*. Universidad de Valencia. Valencia: Instituto Valenciano de Investigaciones Económicas.
- Peretto, C. (2016). *Evaluación de la eficiencia y productividad del sistema bancario. El caso de las Entidades bancarias de la República*

Argentina en la década del 2001-2010.
Universidad Nacional de Córdoba, Cordova.

- Popovici, M. (2014). Banking integration and efficiency convergence in Baltic countries in post-crisis period. *Timisoara Journal of Economics and Business*, 7(2), 134-146.
- Repkova, I. (2014). Efficiency of the Czech banking sector employing the DEA window analysis approach. *Procedia Economics and Finance*, 12, 587-596.
- Roy, D. (2014). Analysis of Technical Efficiency of Indian Banking Sector: An Application of Data Envelopment Analysis. *Journal of Finance & Banking Studies*, 3(1), 150-160.
- Seven, U., & Coskun, Y. (2016). Does financial development reduce income inequality and poverty? Evidence from emerging countries. *Emerging Markets Review*, 26, 34-63.
- Shair, F., Shaorong, S., Kamran, H. W., Hussain, M. S., Nawaz, M. A., & Nguyen, V. C. (2021). Assessing the efficiency and total factor productivity growth of the banking industry: do environmental concerns matters? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 20822-20838.
- Sherman, H., & Gold, F. (1985). Bank branch operating efficiency: Evaluation with data envelopment analysis. *Journal of banking & finance*, 9(2), 297-315.
- Soarez de Mello, J., Goncalves, E., Angulo, L., & Lins, M. (2004). Selección de variables para el incremento del poder de discriminación de los modelos DEA. *Investigación Operativa*, (24).
- Thanassoulis, E. (1999). Data envelopment analysis and its use in banking. *Interfaces*, 29(3), 1-13.
- Torres, X., Jiménez, D., & Morán, L. R. B. (2017). La dolarización en el Ecuador. *RECIMUNDO*:

*Revista Científica de la Investigación y el
Conocimiento*, 1(5), 602-624.

- Vassiloglou, M., & Giokas, D. (1990). A study of the relative efficiency of bank branches: an application of data envelopment analysis. *Journal of the operational research society*, 41(7), 591-597.
- Wolters, M. E., Barbosa Do Couto, E., & Felício, J. A. (2014). The effects of the global financial crisis on Brazilian banking efficiency. *Innovar*, 24(53), 23-40.
- Yang, Z. (2009). Assessing the performance of Canadian bank branches using data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 60, 771-780.

Colorímetro libre RGB para la sensorización y clasificación de esferas pigmentadas

Julio Pérez A

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica
e Industrial

Ambato, Ecuador, jperez6656@uta.edu.ec

E. Freddy Robalino P

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica
e Industrial

Ambato, Ecuador,

Paulo Torres A

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica
e Industrial

Ambato, Ecuador, frobalino@uta.edu.ec

M. Xavier López

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica
e Industrial

Ambato, Ecuador pc.torres@uta.edu.ec

Introducción

Con el avance vertiginoso de la tecnología en los últimos años, se ha venido diseñando diversos sistemas electrónicos que ayudan a automatizar los procesos industriales en diferentes campos, como la producción, alimentos, manufactura, mantenimiento, etc. La clasificación de objetos forma parte de un proceso de producción, en este caso, el color del objeto es el parámetro principal que a tomar en cuenta en este proceso (Filote Razo, 2016).

Una aplicación más avanzada del sistema, es la detección de objetos por forma y su aplicación en los supermercados. Aquí, el cajero tiene que distinguir varias docenas de productos sin código de barras, como verduras, embutidos, panes, etc. Recordar todos esos bienes son una tarea pesada y más si esta cambia todos los días. Por lo tanto, el reconocimiento automatizado requiere un sistema que puede reducir la carga de trabajo del cajero. (Morimoto, 2018)

El desarrollo del presente proyecto viene acompañado de un estudio previo de artículos referentes al uso de sensores de color para la clasificación de objetos que han considerado un sensor TCS3472, y que

proporciona valores de longitud de onda percibidos de la luz de acuerdo con el modelo RGB.

Se ha definido un objeto esférico como sujeto de estudio para la clasificación. Este, es replicado en 4 cuerpos con un color diferente (azul, rojo, verde, amarillo). Es así, que determinado el modelo y color del objeto se procede a establecer el modelo matemático a usar para la detección de color basado en la saturación de este y la luminosidad reflejada sobre el cuerpo.

Al poder clasificar los objetos basados en su coloración se piensa en las futuras aplicaciones para este sistema de clasificación, siendo esta la manufacturación de selección y empaquetado de frutos.

En el año 2020 un grupo de investigadores de la Universidad Nacional de Colombia desarrolla y evalúa un prototipo de medición de color de vegetales frescos, en el que se utilizan sensores DHT11 para la temperatura y TCS230-3200 para color. Mediante pruebas realizadas se dedujo que la medición de color con el prototipo es dinámica, porque se evita el uso de un sistema de iluminación, ya que el sensor de color tiene dispositivos LED integrados. Tras el análisis de los resultados se concluyó que el prototipo desarrollado mediante la integración de componentes como sensores y tarjeta de adquisición de datos y software libre, permite evaluar el color de forma distinta; 2) el error medio registrado por el prototipo fue de 15,57 %, valor inferior al registrado por el colorímetro comercial fue de 27,45 %. (Sarria-Dussán, Garzón-García, & Melo-Sevilla, 2020) De igual manera Hermoza Llanos (2018) en su investigación realizada en empresas productoras de Sacha Inchi en Lima, determina como objetivo principal el diseño de un sistema seleccionador de frutos pelados por color. Se consideraron todos los materiales en contacto con las semillas como no contaminantes, el flujo de salida final es de 200 Kg/h distinguiendo entre semillas café oscuras y color almendra. Se utilizaron como

materiales un sensor de color RGB TCS3472, una mesa vibratoria y una pantalla LCD.

Una investigación realizada en el año 2018 en Italia para determinar el impacto de la contaminación lumínica sobre un conductor vehicular usó el sensor RGB tipo TCS34725 como medidor de luminancia ya que este permite la posibilidad de ajustar la tasa de adquisición de datos, entre tasas muy altas o bajas este último rango de obtención es necesario para situaciones en las que existe poco tráfico o zonas parcialmente deshabitadas con el fin de reducir la cantidad de datos. (C.D. Galatanu, 2018)

Mediante pruebas realizadas se obtuvo que la estructura del sistema es apta a modificaciones para un sistema de procesamiento de imágenes capaz de controlar la calidad de las semillas a procesar. Se concluye que el costo, dimensiones y capacidad de procesamiento final del sistema, lo hacen competente frente a las demás opciones existentes actualmente en el mercado, además de aumentar la productividad en el proceso de selección de semillas, ya que se traduce en tiempos más cortos de producción y por ende mayores ganancias comerciales. (Hermoza Llanos, 2018)

De acuerdo con estos autores, el sistema electrónico de interpretación de colores que se pretende realizar es viable y cuenta con herramientas que están al alcance como, por ejemplo, el sensor RGB TCS3472, microcontroladores de la serie ATMEGA, etc. La comunicación entre estos dispositivos y la visualización mediante una interfaz gráfica física se lo puede realizar ya que, en las investigaciones analizadas, se observa la arquitectura utilizada y los algoritmos de programación utilizados. El sistema clasificador posee un sensor RGB, un servomotor, un displays de 7 segmentos para visualizar la cantidad de aciertos del clasificador, algoritmos de programación para que cumpla con el objetivo principal el cual es

clasificar los objetos de acuerdo con el color. El sensor RGB es el principal elemento del sistema, ya que mediante este se puede determinar el color del objeto, esto no es posible sin la ayuda del código. Mediante estos, se puede realizar el procesamiento de los datos adquiridos y enviar funciones a los actuadores para que realicen el procedimiento de clasificación. Estos actuadores, son los servomotores que dirigen al objeto hacia un lugar específico en función del color detectado. Como interfaz visual se tiene un display de 7 segmentos en el cual se muestra el conteo de cada objeto clasificado. En la siguiente figura se presenta la arquitectura del proceso expuesto.

- Objetos de prueba



Fig. 2. Sensor de color RGB

Los cuerpos seleccionados para clasificar son de madera, por su fácil dimensionamiento al embudo de almacenamiento principal, y la forma que conllevara una futura investigación. Estos, al momento de las pruebas tienen un diámetro de 2cm y un peso de 70gr recubiertos de pintura acrílica azul, verde, amarillo y rojo. La importancia de estos objetos de madera reside en la forma similar e irregular de su superficie, como lo sería una hortaliza. Y su color, que de manera inevitable llegará a cambiar por su envejecimiento natural. Estos efectos de color son visibles en el tiempo

y no necesariamente en el momento de la experimentación.

El color de una superficie se describe mediante una composición de color: rojo, verde y azul. Es así que, en una imagen coloreada cada píxel está representado por un cierto valor de estos componentes. En el espacio de color RGB, el píxel $p(i)$ se define por un triplete ordenado de coordenadas rojas, verdes y azules ($r(i)$, $g(i)$, $b(i)$), que representa las intensidades de luz roja, verde y azul respectivamente. El valor de intensidad varía de 0 a 255. (A. Kanade, 2015)

Tabla 1. Análisis de colores

Color	λ (nm)	Colores análogos	λ (nm)	Tipo de color
Azul	436-495	Azul	489.04	Monocromática
		Turquesa	380-500	
		Azul		
		Violáceo		
Rojo	620-700	Rojo	600-500	Monocromática
		Anaranjado		
Verde	495-570	Verde	555-574	Monocromática
		Azulado		
		Amarrillo		
		Verdoso		

- **Sensorización RGB**

Este dispositivo tiene la capacidad de proporcionar un retorno digital RGB a partir de su luz incidente de manera nítida y precisa. Gracias a su filtro infrarrojo integrado en los fotodiodos junto a su alta sensibilidad, rango dinámico lo colocan como una solución de sensor de color ideal para usarlo bajo condiciones de iluminación y a través de materiales atenuantes. (TAOS, 2012)

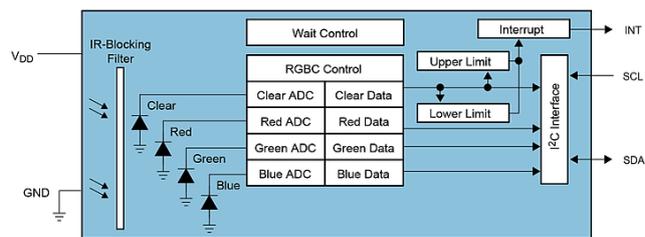


Fig. 3. Sensor de color RGB

- **Procesamiento electrónico**

Los datos tomados por el sensor RGB son enviados a la tarjeta de procesamiento, en donde a través de la IDE de Arduino se hará el procesamiento de los datos para calibrar el sensor, controlar la velocidad del servomotor y realizar el conteo de los objetos clasificados. Se debe establecer con cuidado la velocidad con la que se va a trabajar e instalar las librerías necesarias para evitar problemas en la ejecución del programa.

- **Código de programación**

Estos algoritmos son creados a través de un diagrama de flujo que se muestra en la sección de metodología. La importancia de los algoritmos se debe a que, el

proceso de clasificación se realizará correctamente y mediante pruebas se podrá llegar a reducir el margen de error, en caso de existir.

- **Dispositivos actuadores**

Los servomotores se encargarán de encaminar la ruta con el ángulo específico hacia donde debe llegar la esfera clasificada de acuerdo a su color, la programación juega un rol importante en esta etapa puesto que será la base física de la clasificación.

- **Representación numérica**

Mediante el uso de displays de 7 segmentos se podrá visualizar la cantidad de objetos que se han clasificado. Estos son ubicados con etiquetas para identificar a que color corresponde cierta cantidad.

Modelo matemático

Los parámetros que se toma en cuenta para describir el color son:

- L: luminosidad
- a: Coordenadas rojo/verde en donde +a indica rojo y -a indica verde.
- b: Coordenadas amarillo/azul en el cual +b indica amarillo y -b indica azul.
- c: representa el croma.
- h: corresponde al tono definido como ángulo (en grados) en la rueda de colores.

Una vez que se obtiene los datos del color, se procede a comparar con otras muestras para evaluar sus diferencias (Ruíz Martínez, 2002).

Si se llama a estas diferencias ΔL , Δa , y Δb , para los ejes L, a y b respectivamente, la distancia total entre dos

colores viene dada por Δ cuya fórmula es:

$$\Delta = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Con los datos adquiridos de los sensores RGB, se divide para 255 con la finalidad de tener valores en el rango de 0 a 1 como se muestra a continuación.

$$R' = \frac{R}{255} \quad (2)$$

$$G' = \frac{G}{255} \quad (3)$$

$$B' = \frac{B}{255} \quad (4)$$

Con dicho dato se procede a calcular el tono con la siguiente fórmula:

$$H = \begin{cases} 0^\circ & \Delta = 0 \\ 60^\circ * \left(\frac{G' - B'}{\Delta} \text{ mod } 6 \right), C_{max} = R' \\ 60^\circ * \left(\frac{B' - R'}{\Delta} + 2 \right), C_{max} = G' \\ 60^\circ * \left(\frac{R' - G'}{\Delta} + 4 \right), C_{max} = B' \end{cases} \quad (5)$$

La luminosidad se calcula dependientemente de la luminosidad:

$$S = \begin{cases} 0, & \Delta = 0 \\ \frac{\Delta}{1 - |2L - 1|}, \Delta <> 0 \end{cases} \quad (6)$$

Donde:

- S: saturación.
- Δ : total diferencial de color
- L: Luminosidad.

Para el cálculo de porcentaje de error se usa una fórmula estándar en estadística en la que intervienen el valor real y el valor aproximado:

$$e = \frac{|V_{REAL} - V_{aprox}|}{V_{REAL}} * 100\%$$

(7)

Desarrollo del sistema

- Principio de funcionamiento

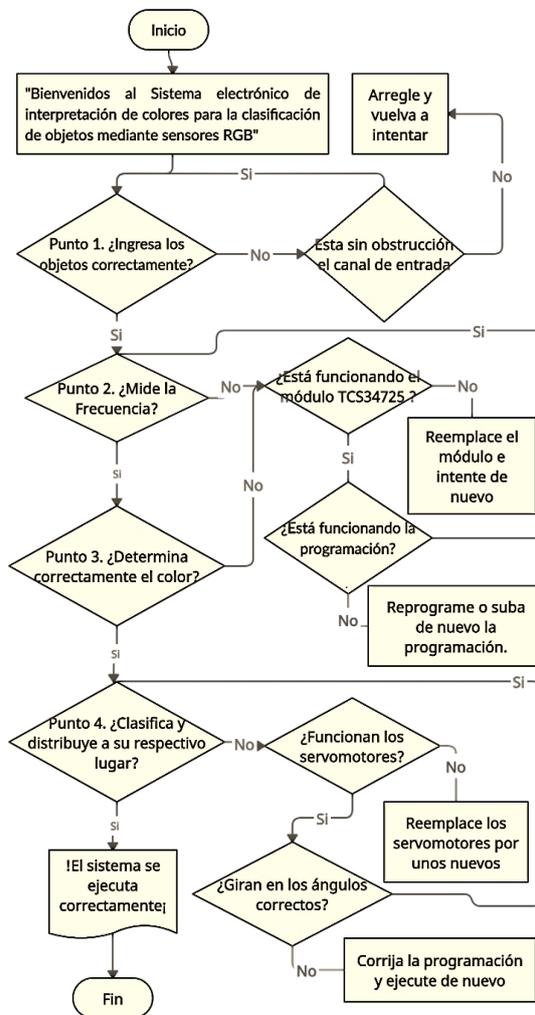


Fig.4 Programa de Control

De esta manera se representa el principio de funcionamiento del sistema. Es así que, la esfera ingresa por la parte superior de la estructura por un conducto circular de 2,3cm de diámetro hasta llegar al sensor TSC34725. Este se encarga de medir la frecuencia del espectro visible determinando el color de la misma. Si se presentara un inconveniente como filtración de luz externa dentro de la cavidad, el sistema no trabajará de manera adecuada arrojando valores no establecidos en la programación, es decir una alerta.

Por lo que, el usuario deberá reingresar el objeto a clasificar y verificar que no exista alguna filtración de luz ambiente dentro del mecanismo.

Si la medición realizada por el sensor se encuentra dentro de los parámetros programados, la esfera pasará a la etapa de clasificación. Aquí, el servomotor se moverá dentro de las cuatro posiciones definidas previamente y dependerán del valor proporcionado por el sensor. Cada una será llevada a los contenedores de acuerdo a su color. Para esta acción se proporciona un sensor detector Me-0634, el cual permite al sistema ser automático, aun cuando cuente con un modo manual.

Como las esferas tienen el tamaño idóneo en función del diseño, se reduce las posibles obstrucciones. Aun así, se podría dar el caso de que el servo recorra la hélice antes de tiempo, entonces será necesario intervenir con una función anti atascamiento.

El segundo y tercer punto se centra aún más en la acción del sensor RGB TSC34725. Este se encarga de medir la frecuencia del espectro visible extrayendo el color de la esfera. Como las mismas pueden tener variaciones externas como la luz y temperatura ambiental, se diseña el sistema a efectos de cubrir y ubicar el sensor sobre la base de desplazamiento de la esfera para reducir a su mínimo posible los cambios bruscos. Por lo tanto, si llegase a fallar ya controlando estos parámetros, sería necesario un cambio de modulo completo.

Por último, este punto cuatro se centra en la parte mecánica del sistema, el cual abarca los servomotores, pueden tener fallas ya sea de programación, físicas y eléctricas, estas deberán ser corregidas primeramente por programación, si este proceso no funciona, se deberá verificar el estado y funcionamiento de los servomotores.

- **Diseño Electrónico**

Tabla 2. Componentes principales del sistema

Hardware	Razón de selección
Sensor TCS34725	Posee un filtro de señales IR activable.
ATMega 328P	Alto desempeño, bajo consumo y optimizado para compiladores C.
Servomotor HiTec	Manejo de carga de hasta 4Kg
Display segmentos	7 Su eficiencia e implementación
Potenciómetro 50kΩ	Para el ajuste del paso de corriente.

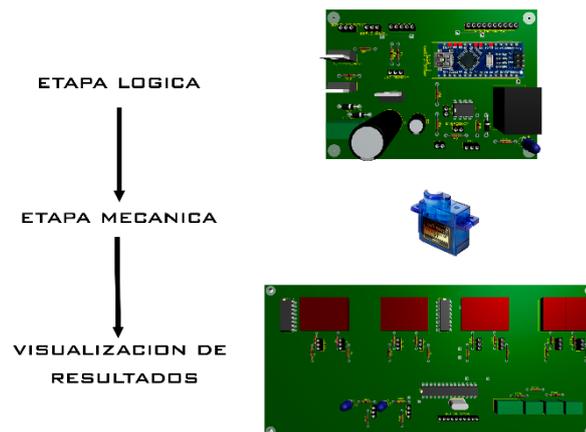


Fig. 5 Estructura electrónica del sistema

Las placas electrónicas definen la estructura de comunicación del sistema de clasificación por etapas. De esta manera la etapa lógica, contiene el código de programación (algoritmos) que permiten el funcionamiento adecuado sobre parámetros de control que ejerce sobre los componentes físicos, Es decir los servos, etapa mecánica que según los datos del sensor ubica los objetos (esferas) en el lugar establecido en la estructura, en ángulo y tiempo.

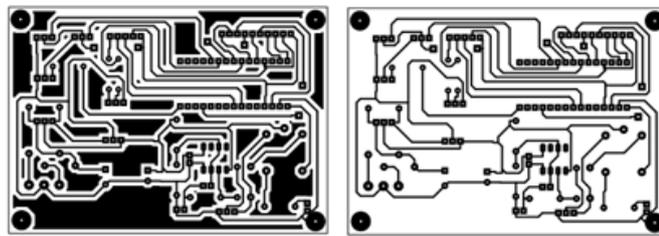


Fig. 6 Circuito electrónico de control y conexión serial

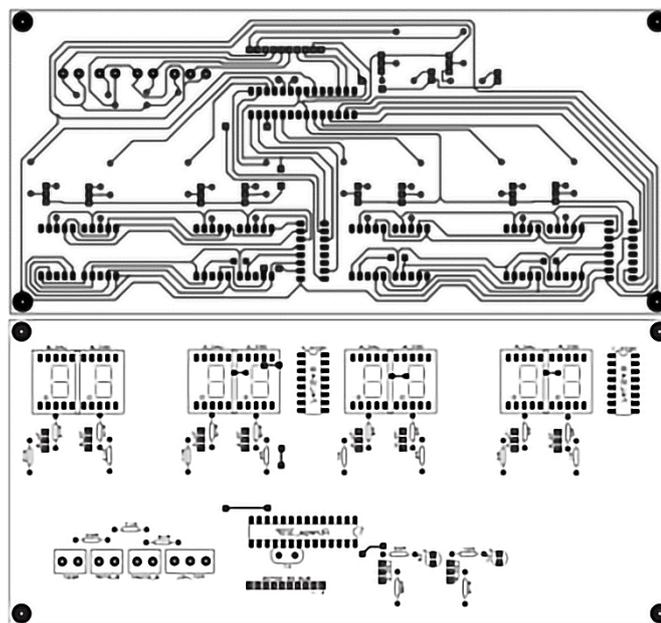


Fig. 7 Circuito del panel de control y visualización.

Luego de las pruebas de comunicación eléctrica en el breadboard, se diseñan las placas de circuito impreso.

Estas aportan estabilidad y fiabilidad al sistema de control y visualización de datos, puesto que el movimiento al que está expuesto por los servomotores puede afectar directamente a la conexión y sus efectos colaterales.

- **Código fuente y programación**

La sistematización del sensor, el procesado de los datos obtenidos por este y la configuración del mecanismo selector se realiza en una tarjeta programable Arduino Nano, con el uso de la librería Adafruit_TCS34725 para la interpretación de los valores registrados.

Primero, se incluye las librerías necesarias en función del sensor escogido, esto se lo realiza desde la biblioteca del IDE. Seguido, se procede a declarar las variables para el conteo de esferas de color rojo, amarillo y verde, adicionalmente se crear un buffer en donde se almacena el conteo de las esferas para enviar los por comunicación serial a los displays.

En este punto, se establece las variables en las que se almacenarán el conteo de aciertos de esferas clasificadas, y un buffer para visualizar en pantalla los aciertos.

Tabla 3. *Número de sucesos o eventos*

Variables de conteo
<code>int cuentaR=0;</code>
<code>int cuentaN=0;</code>
<code>int cuentaG=0;</code>
<code>int cuentaA=0;</code>
<code>byte buf[4];</code>

Luego se declaran los pines en los que van a ir conectados los módulos, los mismos que constan de leds para inicio y finalización del proceso, así como también del botón que permite el inicio del sistema.

Tabla 4. *Acciones Externas*

Salidas de Control
<code>const int led_inicio=3;</code>
<code>const int ledSensor=4;</code>
<code>const int led_pare=5;</code>
<code>const int botonInicio=6;</code>
<code>const int encedico;</code>
<code>serovo=13;</code>

En esta etapa se establece el código que se ejecuta una vez (void setup). Por lo general, se establece para marcar parámetros generales de funcionamiento como el inicio de los módulos y configuraciones previas. Puede existir más etapas del mismo tipo denominado funciones.

Ahora, para el control de movimiento se asigna los pines para los servomotores, en este caso se ocupará los pines (7 y 8) de salidas PWM. Posteriormente se declara la comunicación serial de Arduino a la velocidad de 9600 bits por segundo (baudios) necesaria para el microcontrolador.

Tabla 5. *Control de Posición*

Control de servo
<pre>topServo.attach(7); bottomServo.attach(8); Serial.begin(9600);</pre>

En el “void setup” se establece la programación que no depende de repeticiones, es decir que se ejecutaran una sola vez. Un ejemplo claro es cuando se define el rango de operación para cada frecuencia (color), de ahí se calcula para todas las que se utiliza (rojo, verde, azul y amarillo) que a su vez se almacenara en un parámetro buffer (buff) el número que vaya registrando. Si no se llegara a cumplir una de las condiciones el contador devolverá su valor anterior, ósea sin cambios, esto es debido a que puede representar valores con variación debido a cambios externos como luminosidad del ambiente. En caso de existir errores se imprime el código hexadecimal en el monitor serial, además de servir como ayudar para verificar que esté funcionando correctamente.

En esta parte, se establece los límites de los datos obtenidos del sensor que acepta el algoritmo para describir el color. Si una de las condiciones no se cumple, el contador devolverá el último valor correcto. Si el dato recibido esta fuera de los parámetros, se imprime en el monitor serial de IDE Arduino, el valor recibido.

Tabla 6. *Detección del color*

Rangos de color
<pre>if((r < 2.15) & (r > 1.8) & (g < 0.75)&(g > 0.45)){ color = 1; // Red buf[0]=1+cuentaR++; cont=0; } if((g < 1.4) & (g > 1) & (b < 0.6)&(b > 0.35)){ color = 2; // Yellow buf[1]=1+cuentaN++; cont=0; } if((r < 1.15) && (g > 1.20) && (b < 0.8)){ color = 3; // Green buf[2]=1+cuentaG++; cont=0; } if ((r < 1) && (g < 1.2) && (b > 1)){ color = 4; // Blue buf[3]=1+cuentaB++; cont=0; }</pre>

```
else{
    cont++;
    if(cont==5){
        /*buf[0]=cuentaR++;
        buf[1]=cuentaN++;
        buf[2]=cuentaG++;
        buf[3]=cuentaB++;*/
        salida=0;
        cont=0;
    }
}
Serial.write(0xff);
for(int i=0;i<sizeof(buf);i++){
    Serial.write(buf[i]);
    delay(2);
}
return color;
}
```

En esta etapa se crean las funciones que se ejecutan en bucles dependiendo de los datos obtenidos de los sensores. Se inicia con las lecturas analógicas y digitales del sensor RGB y del botón de encendido, respectivamente. Se crea una función anti rebote para

que el estado del botón se quede guardado aplicando un retardo de 20 milisegundos, esto permite que al presionar el botón se quede guardado un solo estado y no los demás estados que se presentan al momento de cortocircuitar positivo y negativo con el botón.

Luego de la función anterior se procede a realizar un condicional 'if' en donde se indica si el estado del botón es 1 o si el LED infrarrojo detecta una esfera, se va a ejecutar la función principal llamada "sistema_principal", caso contrario se ejecuta la función "APAGO". Al usar un botón pulsador se debe realizar una función anti rebote en el código ya que al tener este una configuración Push-Pull las corrientes residuales generadas al presionarlo pueden enviar valores errados a la tarjeta, esta función otorga un retardo de 20ms que permite guardar solo un valor al momento de accionar el pulsador.

Tabla 7. Control Off

Control de Apagado
<pre>void loop() { LecturaBall=analogRead(DetecBall); estado=digitalRead(botonInicio); //FUNCION ANTIREBOTE if(estado==HIGH && estadoAnterior==LOW){ salida=1-salida; delay(20); } }</pre>

```

estadoAnterior=estado;
if(salida==1||LecturaBall<7){
sistemaPrincipal();
}else{
apago();
}
}

```

Tabla 8. *Librerías de color*

Adquisición lecturas del sensor	Descripción
LecturaBall=analogRead(DetecBall);	Toma las lecturas del sensor conectado al pin análogo A1
Movimiento de los servos	Descripción
digitalWrite(encodecero_servo, HIGH);	Controla la sección que se encarga de transportar la esfera hacia uno de los contenedores
Almacenamiento datos del sensor	Descripción

<pre>tcs.getRawData(&red, &green, &blue, &clearcol);</pre>	<p>Almacena los datos del espectro RGB en las variables asignadas para su posterior procesamiento.</p>
---	--

Tabla 9. *Análisis del color en HTML*

HTML	#7828
RGB (r,g,b) B	(120, 40, 140)
CMYK(c,m,y,k)C	(70, 100, 0)
HSV (h, s, v)	(288°, 71%, 55%)

Violeta: entre los 420 y 400 nm de longitud de onda.
Violeta atenuado: entre los 400 y 380 nm, constituye una franja con doble connotación, porque por un lado se le considera como parte de la luz violeta visible y por el otro es parte de la radiación ultravioleta (UV).
Luz ultravioleta visible: entre los 380 y 310nm. Si bien por definición la radiación UV no es visible, una parte de esta radiación denominada UVA o ultravioleta cercana.

- **Modelado mecánico del sistema**

El instrumento (colorímetro) se compone de dos dispositivos: el de mando y clasificación. El primero, compuesto de controles que permiten al sistema

activar, pausar, reiniciar, acelerar o detener su funcionamiento. El segundo, tiene una sección de acarreo, sensorización, transporte y ubicación.

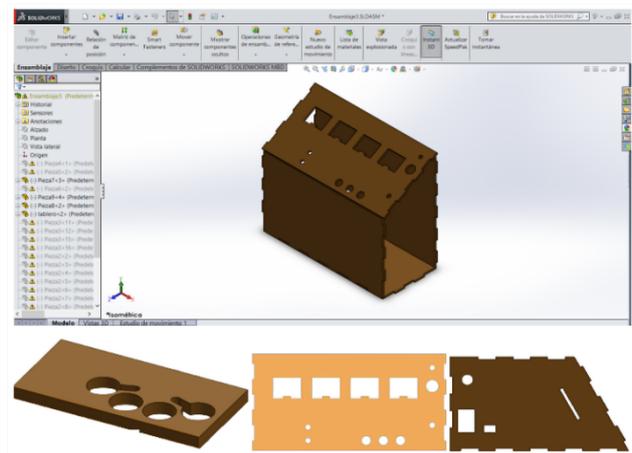


Fig. 5 Mando CAD 3D

Tabla 10. Elementos y simbología

Nº	Elemento y función en el sistema
1	Display 7 segmentos: contadores
2	Led Verde: Indica que está funcionando
3	Led Rojo: Indica que está detenida
4	Botón: Inicia el sistema
5	Botón: Pausa el sistema

6	Botón: Reinicia el sistema
7	Potenciómetro: Acelera o disminuye la velocidad
8	Botón: Emergencia
9	Led Rojo: ON = emergencia; OFF = normal

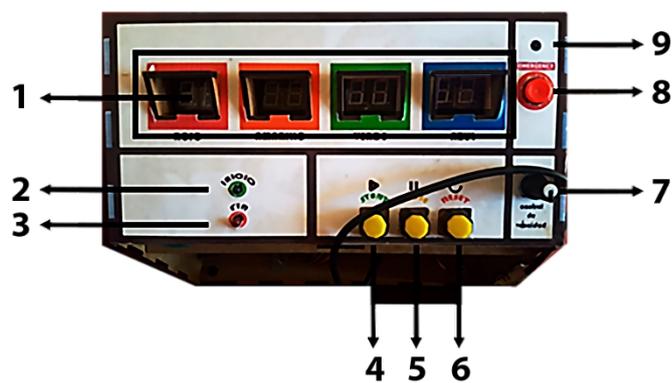


Fig. 6 Implementación control y visualización



Fig. 6 Clasificador CAD 3D

La sección de acarreo diseñada específicamente para las los objetos de prueba y sus dimensiones, llevan las esferas al conducto en el que se encuentra el sensor digital. Bajo estas las condiciones de ubicación, el componente extrae los colores de cada uno de los objetos dispuestos en el conducto mientras van llegando. Al conocerse el color, el servomotor los ubica con el ángulo correcto en su respectivo repositorio, y de manera paralela envían una señal a los dispositivos optoelectrónicos para su conteo y visualización numérica.

Resultados

El grupo de pruebas por color escogidos no degradados, nos permite establecer el grado de eficiencia en la detección específica de los colores sólidos de una gamma amplia que se entiende detectarían. Esto al final, permite conocer si el sistema compuesto principalmente por el sensor en base a los criterios de configuración de sensibilidad y luminosidad, así como su ubicación son aceptables para este tipo de procesos. Para esto, se escoge tres colores primarios y un secundario que nos permitirá conocer la cantidad de aciertos en la detección de estos colores esenciales.

Sobre el número de pruebas (1089 por esfera) separadas en rangos de 99 repeticiones consecutivas para cada una. Y, tomando en cuenta la efectividad del sensor que viene dada por la saturación y luminancia del objeto, así como la configuración dividida en tres etapas, con porcentajes de tono en la saturación y luminancia de 50%, 75%, 100%, obteniendo los siguiente:

- **Prueba de luminancia y saturación**

Las condiciones iniciales no previstas entre 0 y 50% nos permiten realizar una prueba con reducción de errores y condiciones de iluminación y saturación adecuada.

Tabla 6. Acierto y Error T1 (50%)

Muestras	Colores	Aciertos	Saturación	Luminosidad	Error
1089	Azul	1016	50%	50%	0,060%
	Verde	1035			0,049%
	Amarillo	1023			0,060%
	Rojo	1009			0,073%
Total		4083	Total		0,242%

En todos los eventos se logra mantener la saturación y luminosidad. Y de este, se obtiene un total de 273 fallas divididos en 73 del color azul con un porcentaje de error del 0,060%, 54 para el color verde con un error de 0,064%, 66 para el color amarillo con un error porcentual de 0,066% y 80 fallas para el color rojo con un porcentaje de error de 0,073%.

Tabla 7. Acierto y Error T2 (75%)

Muestras	Colores	Aciertos	Saturación	Luminosidad	Error
1089	Azul	1031	75%	75%	0,053%
	Verde	1024			0,059%
	Amarillo	1036			0,048%
	Rojo	1031			0,053%
Total		4119	Total		0,213%

En todas las inserciones el sistema mantiene la saturación y luminosidad estable con el parámetro configurado al 75% y este se obtiene un total de 4119 aciertos y 237 fallas divididos en 58 del color azul, con un porcentaje de error del 0,053%, 65 para el color verde con un error de 0,059%, 53 para el color amarillo con un error porcentual de 0,048% y 61 fallas para el color rojo con un porcentaje de error de 0,053%.

Tabla 8. Acierto y Error T3 (100%)

Muestras	Colores	Aciertos	Saturación	Luminosidad	Error
1089	Azul	1071	100%	100%	0,016%
	Verde	1054			0,032%
	Amarillo	1066			0,021%

	Rojo	1067		0,020%
Total		4258	Total	
			0,089%	

Estabilizando la luminosidad y saturación al 100% el sistema no muestra variación en este factor, y de este se obtiene un total de 98 fallas divididas en 18 del color azul, con un porcentaje de error del 0,016%, 35 para el color verde con un error de 0,032%, 23 para el color amarillo con un error porcentual de 0,021% y 22 fallas para el color rojo con un porcentaje de error de 0,020%.

- **Color Amarillo**

La serie 1, delimitada a un 50% de sensibilidad y luminosidad detecta 1023 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Es decir, una diferencia de 66 desaciertos que corresponden apenas al 6,1% de error en la sensorización esperada que, por el contrario, muestra un 93,9% de efectividad en su determinación (eficiencia).

La serie 2, definida al 75% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1036 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Por el contrario, se tiene 53 desaciertos que corresponden cortamente al 4,9% de fallos en su detección; con un 95,1% de efectividad en su detección.

La serie 3, establecida al 100% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1066 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Que, en su defecto presenta 23 desaciertos que corresponden apenas al 2,1% de error en su descubrimiento; con un 97,9% de efectividad en su detección.

- **Color Azul**

La serie 1, delimitada a un 50% de sensibilidad y luminosidad detecta 1016 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Es decir, una diferencia de 73 desaciertos que corresponden apenas al 6,7% de error en la sensorización esperada que, por el contrario, muestra un 93,3% de efectividad en su determinación (eficiencia).

La serie 2, definida al 75% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1031 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Por el contrario, se tiene 58 desaciertos que corresponden cortamente al 5,3% de fallos en su detección; con un 94,7% de efectividad en su detección.

La serie 3, establecida al 100% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1071 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Que, en su defecto presenta 18 desaciertos que corresponden apenas al 1,65% de error en su descubrimiento; con un 95,1% de efectividad en su detección.

Al término de la prueba series 1 con una sensibilidad y luminosidad intensificada del 50% al 100% presenta un incremento del 5,1 % en la detección de la cantidad de esferas de color azul, es decir 55 adicionales con una reducción igual e inversamente proporcional del error.

- **Color Rojo**

La serie 1, delimitada a un 50% de sensibilidad y luminosidad detecta 1009 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Es decir, una diferencia de 80 desaciertos que corresponden apenas al 7,3% de error en la sensorización esperada que, por el contrario, muestra un 93,3% de efectividad en su determinación (eficiencia).

La serie 2, definida al 75% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1031 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Por el

contrario, se tiene 58 desaciertos que corresponden cortamente al 5,3% de fallos en su detección; con un 94,7% de efectividad en su detección.

La serie 3, establecida al 100% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1067 esferas azules de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Que, en su defecto presenta 22 desaciertos que corresponden apenas al 2% de error en su descubrimiento; con un 98% de efectividad en su detección.

- **Color Verde**

La serie 1, delimitada a un 50% de sensibilidad y luminosidad detecta 1035 esferas verdes de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Es decir, una diferencia de 54 desaciertos que corresponden apenas al 4,9% de error en la sensorización esperada que, por el contrario, muestra un 95,1% de efectividad en su determinación (eficiencia).

La serie 2, definida al 75% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1024 esferas verdes de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Por el contrario, se tiene 65 desaciertos que corresponden cortamente al 5,9 % de fallos en su detección; con un 94,1% de efectividad en su detección.

La serie 3, establecida al 100% de sensibilidad y luminosidad, detecto 1054 esferas verdes de un total de 1089 pruebas de este color en la esfera. Que, en su defecto presenta 35 desaciertos que corresponden apenas al 3,2% de error en su descubrimiento; con un 96,8% de efectividad en su detección.

- **Prueba del sistema de clasificación**



Fig. 7 Dispositivo clasificador completo

El sistema clasificador contempla un esquema secuencial donde existe un punto de ingreso de las esferas, después se dirige con un actuador hasta el sensor *TCS3472*, este se encarga de determinar en base a algoritmos una decisión correcta (código), determinando la posición del servo en los siguientes grados (rojo 58° , amarillo 92° , verde 134° y azul 175°), al final la esfera desciende hasta ser colocada en la base. De los cuales se presentaron f, así:

Las esferas al cumplir con proporciones regulares y acordes al diseño de la estructura no presentaron inconvenientes como se esperaba en el circuito de recorrido de esta, dando un flujo de trabajo óptimo para las pruebas de funcionamiento en las primeras 152 muestras. Para garantizar un mejor resultado, se añadió un tope en la zona de expulsión haciendo que no golpee la superficie de la base y en consecuencia no haya mayor desgaste es la pintura.

En la secuencia de prueba 153, el clasificador sufrió un atasco, siendo necesario el accionar del botón de emergencia para detener completamente el prototipo

este comportamiento evento que se repitió en un rango posterior de 130 a 160 ejecuciones sobre mecanismo.

Al ejecutar la prueba 752 el clasificador sufrió el atasco de una esfera de color verde, siendo necesario presionar el botón de emergencia para detener el mecanismo, sin embargo, éste quedó trabado en su cavidad por lo que hubo la necesidad de reiniciar el sistema y la desconexión de energía del prototipo para desatascar el botón.

Conclusiones

La utilización del sensor en si el led blanco ayudo a evitar el principio de la saturación en los colores, el cual apoya el principio de luminosidad lo que contribuyó que al rebotar la luz de este sobre la esfera se pueda obtener el valor de longitud de onda real del color usado sobre la misma.

Al término de la prueba series 1 con una sensibilidad y luminosidad intensificada del 50% al 100% presenta un incremento del 5,1 % en la detección de la cantidad de esferas de color azul, es decir 55 adicionales con una reducción igual e inversamente proporcional del error.

Al término de la prueba series 2 con una sensibilidad y luminosidad intensificada del 50% al 100% presenta un incremento del 1,7 % en la detección de la cantidad de esferas de color verdes, es decir 19 adicionales con una reducción igual e inversamente proporcional del error.

Al término de la prueba series 3 con una sensibilidad y luminosidad intensificada del 50% al 100% presenta un incremento del 3,9 % en la detección de la cantidad de esferas de color azul, es decir 19 adicionales con una reducción igual e inversamente proporcional del error.

Al término de la prueba series 4 con una sensibilidad y luminosidad intensificada del 50% al 100% presenta un incremento del 5,3 % en la detección de la cantidad

de esferas de color azul, es decir 58 adicionales con una reducción igual e inversamente proporcional del error.

Las pruebas realizadas pudieron determinar que mientras más alto es el porcentaje de tono, saturación y luminosidad, mayor es la cantidad de esferas clasificadas. Con un porcentaje del 100 % en cada uno de los parámetros antes dichos, se pudo reducir el error de 6,26 % a 2,27 % con respecto al error promedio entre todos los colores.

La saturación del objeto esférico fue un factor importante en la clasificación. El color azul se ve afectado en gran medida por este parámetro, ya que en un principio poseía una incidencia de error igual a 6,70 % con saturación igual a 50 % el cual se pudo reducir se pudo a 1,74 % con una saturación del 100 %.

El prototipo mecánico, si bien funciona de manera adecuada en un 96%, al constar con solo dos displays por cada color para llevar el conteo de aciertos, no permite visualizar más de 99 pruebas con resultado positivo de manera continua por cada uno antes de tener que reiniciar el sistema.

Al atascarse el botón de emergencia y reiniciar el sistema de manera continuada, se determinó que la cavidad que lo aloja es más angosta en el borde interno debido a un fallo de construcción del contenedor, haciendo necesario el cambio de este por un switch que otorga más seguridad en su accionar debido a que el mecanismo no interactúa con la estructura que lo contiene.

REFERENCIAS

- Ruíz Martínez, J. (2002). *Física Y Química. Profesores de Enseñanza Secundaria*. Murcia: MAD-Eduforma.
- Filote Razo, J. D. (2016). Sensor RGB para detectar cambios de color en piel de frutas. *Acta Universitaria*, 7.

- Ohno, Y. (2000). CIE fundamentals for color measurements. *Society for Imaging Science and Technology, 2000*, 540--545.
- Serrano Tierz, A., & Biel Ibáñez, M. P. (2013). *Estética del producto industrial y su representación gráfica*. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Sarria-Dussán, S., Garzón-García, A. M., & Melo-Sevilla, R. E. (2020). Desarrollo y evaluación de un prototipo de medición de color en vegetales frescos. *Información tecnológica*, 253-260.
- Hermoza Llanos, E. A. (2018). Diseño de una máquina seleccionadora de semillas de sachá inchi peladas, por color con capacidad de 200 kg/h. *Tesis de grado*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- A. Kanade, A. S. (2015). Development of Machine Vision based system for classification of Guava fruits on the basis of CIE1931 chromaticity coordinates. *Symposium on Physics and Technology of Sensors*. Pune, India.
- C.D. Galatanu, L. C. (2018). Measuring the driver exposure to the light pollution. *IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering y 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*. Palermo, Italia.
- TAOS. (2012).
- Morimoto. (2018). An Object Recognition Method using RGB-D Sensor. *Second IAPR Asian Conference on Pattern Recognition*. Himeji, Japón.

El arte culinario ancestral como cultura trascendental en el cantón Sucre

Lilia Moncerrate Villacis Zambrano

PhD en Ciencias Administrativas en la Universidad de San Marcos de Perú, Post doctora en sistematización investigativa en la Universidad de España en México. magister en Desarrollo de la Inteligencia y Educación, licenciada en Ciencias de la Educación especialidad de Supervisión y Administración Educativa, con reconocimiento como docente investigadora por la Secretaría de Educación Superior Ciencia Tecnología e Innovación Senescyt de Ecuador, labora en calidad de docente Investigadora en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, campus Bahía de Caráquez, lilia.villacis@uleam.edu.ec.

María Fernanda Oñate Pazmiño

Mg. en Gestión de Planificación y Proyectos Agroturísticos y Ecológicos, docente Carrera de Licenciatura en Biocomercio Universidad Regional Amazónica Ikiammaria.onate@ikiam.edu.ec <https://orcid.org/0000-0003-1968-7650>

María Esther García Montes

Mg. en Tecnología e Innovación Educativa, docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro, extensión Sucre, Manabí, Ecuador esther.garcia@uleam.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-0404-3310>

Adriana Lourdes Robles Altamirano

Profesora de Educación Primaria,Segunda Enseñanza .Licenciada en Ciencias de la Educación.Doctora en Ciencias de la Educación. Docente de la Universidad Estatal de Milagro de Milagro <https://orcid.org/0000-0003-2610-7394>.

Introducción

Para entender qué es gastronomía lo primero que se debe saber es que es un arte de preparar comidas exquisitas. Está constituido por una serie de conceptos teóricos y técnicas prácticas que se relacionan con área de la cocina, como son; las recetas, las técnicas, sus ingredientes y la forma de preparar, sin dejar de lado también la evolución, el significado y la historia de la gastronomía para cada cultura que la gastronomía representa.

Por ende, es una práctica que no solo hace énfasis en la preparación de alimentos, sino también es el lazo en relación de estos con los seres humanos, el entorno del cual se obtiene dichos alimentos y la forma en la cual se los emplea, así como también los aspectos sociales y culturales que intervienen en la relación con las

sociedades del mundo establecidas por su gastronomía.

La gastronomía es una manera de comunicación y hacer cultura creando vínculos sociales entre la alimentación, el territorio y la identidad de un pueblo; tal como lo señala Fusté-Forné, (2016) es una fórmula de comunicación y transmisión cultural, un factor de atracción y una experiencia turística auténtica, por permitir seguir disfrutando de los alimentos tradicionales que embellecen el turismo gastronómico por degustar productos de calidad, alimentos ancestrales que permiten mantener la costumbre viva de cocinar en leña, en ollas de barro con la misma técnica y amor de nuestros antepasados.

El interés por la comida típica nació, hace 50 años, cuando escuchó un sonido particular en la cocina de su casa. Provenía de un rallador con el que las mujeres desgranaban el maíz para luego preparar tortillas. Ese sonido y olor hicieron que ella siempre regresara a Manabí (Regalado. 2008)

Pero la cultura alimentaria abasta muchos más elementos, incluye el físico: comer, conservación y comercio; y el metafísico: la gastronomía, es decir, la apreciación espiritual del comer con placer. Pero si la gastronomía es lo metafísico de la alimentación, esta no puede existir sin la identidad del origen del alimento, transformado o natural.

El origen identitario confiere a los productos gastronómicos diferenciación y garantía y en definitiva originalidad y autenticidad. Esto se basa en los factores naturales (clima, suelo, orografía), históricos (asentamientos humanos y su interrelación con el medio, incorporación de especies), y culturales del grupo humano que lo produce.

En el estudio titulado "Menú nacional, Manabí cultura, Montaña, Mar y Gastronomía", se detalla con gran precisión los orígenes y desarrollo de la

gastronomía manabita, además de su gran importancia y reconocimiento a nivel nacional, todo esto debido a la gran variedad de productos obtenidos de sus costas, producidos por sus ganaderos y cultivados en sus tierras, dentro de toda la pluralidad de productos existen algunos que resaltan sobre otros, tal es el caso de: camarones, banano, cacao, café, maracuyá, frutas tropicales, y el maní que aportan a cada platillo representativo de esta bendecida tierra, todos estos con sus bondades perfectamente cuidadas durante su preparación (Tamayo , 2013).

La gastronomía se compone de un conjunto de conocimientos y prácticas relacionadas con el arte culinario, las recetas, los ingredientes, las técnicas y los métodos, así como su evolución histórica y sus significaciones culturales.

En este sentido, la gastronomía es también una disciplina que estudia la relación del ser humano con su alimentación, el entorno natural del cual obtiene los recursos alimenticios y la manera en que los utiliza, así como los aspectos sociales y culturales que intervienen en la relación que cada sociedad establece con su gastronomía.

No obstante, la gastronomía no es una en el mundo, sino que se diferencia de país a país, de región a región, e, incluso, de una ciudad a otra. Así, existen gastronomías nacionales, regionales y locales. Por ejemplo: “La gastronomía mexicana y la peruana son las más variadas de América”.

En la investigación se utilizó el método científico, cuantitativo y experimental, mediante una investigación descriptiva. De tal manera para la recolección de datos se utilizó la encuesta, y por medio de los resultados se obtuvieron diferentes datos. En esta investigación se procuró obtener datos específicos y concisos para una investigación fructífera y eficiente.

La gastronomía hoy en día es una actividad que no solo forma parte del entretenimiento de una población, sino que también pertenece al sector económico de un país, esta actividad debe comenzar a visualizarse como una entidad que genera dinero y empleo, para que de esta manera llegue a ser considerada como una potencia económica donde en este estudio se muestra es una investigación cuantitativa por los resultados de la encuesta aplicada y procesada por el software estadístico SPSS versión 21 y de carácter cualitativo por el número de elementos y análisis del estado del arte que se prescindieron en el estudio.

El método a utilizar es el analítico descriptivo que permitirá desde la verificación de estudios realizados en temáticas similares, revisiones bibliográficas y resultados estadísticos del instrumento a utilizar poder describir cuáles son las principales causas que afectan al desarrollo socioeconómico de la actividad gastronómica

Se utilizará el muestro aleatorio simple atendiendo que se escogerá a actores locales que laboran en diferentes actividades que aportan al sector turístico y cuyo tamaño muestral será de 60 personas atendiendo el número de locales ubicados en las aproximaciones de la playa.

Para Escamilla (2009) el método histórico permite estudiar los hechos del pasado basado en testimonios de la actividad humana que proporciona información sobre de los sucesos pasados. Esta investigación histórica tiene carácter científico que proporcione explicación certera y verás.

Mediante el método cuantitativo que es aquel método que se encarga de recoger y analizar datos cuantitativos y en base a estos realizar análisis estadísticos para derivar conclusiones de investigación (Fernández et ál., 2002). La investigación descriptiva, se caracteriza por presentar una interpretación correcta de los hechos, es por ello que se realizó una encuesta sobre la

gastronomía ancestral, ya que es una técnica que permite obtener datos de modo eficaz para ser analizados estadísticamente.

Resultados

Se consideró en cuanto a la población encuestada del catón Sucre a jóvenes, adultos y adultos mayores entre 18 a 75 años, con una muestra de 60 personas.

Tabla 1. *Análisis de fiabilidad*

Alfa de Cronbach	N de elementos
0,931	8

Fuente: Resultados del SPSS.21

Como se evidencia en los resultados el instrumentos utilizados fue confiable dando un analisis de fiabilidad desde el alfa de cronbach de 0,98.

Tabla 2. *consume comida tradicional de la zona manabita*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Siempre	40	66,7	66,7	66,7
Válidos Algunas veces	20	33,3	33,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

De las 60 personas encuestadas 40 de ellas que equivale el 66,7% consumen siempre comida

tradicional de la zona manabita, ya que consideran que es exquisita y original; mientras 20 personas que equivale al 33,3% consumen algunas veces porque optan por consumir platos de otra región del Ecuador. Esto quiere decir que continúan considerando a la comida tradicional manabita como cultura y mantener lo ancestral.

Tabla 3 . Importancias de mantener la gastronomía manabita como cultura.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Siempre	60	100,0	100,0	100,0

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

Las 60 personas encuestadas que equivale al 100%, consideran importante mantener la gastronomía manabita como cultura, por tener una gran variedad de platos típicos llenos de sabores únicos y que muchos turistas reconocen a la comida manabita como uno de los mejores platos del mundo.

Tabla 4. Importancia de mantener intactas nuestras tradiciones familiares, las costumbres y prácticas sociales y culturales desde la gastronomía

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Siempre	47	78,3	78,3	78,3
Algunas veces	10	16,7	16,7	95,0
Nunca	3	5,0	5,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

El 78,3% de la población encuestada que equivale a 47 personas de las 60, creen importante mantener las tradiciones familiares intactas como las costumbres, prácticas sociales y culturales desde la gastronomía por el simbolismo que ha llevado a la comida manabita a plasmarse como Patrimonio Cultural Inmaterial (El Comercio, 2018). Para el 16,7% que son 10 personas, aseguran que algunas veces es importante mantener las costumbres familiares, ya que hoy en día muchos jóvenes consideran las tradiciones muy pasadas de modas; mientras que para el 5% equivalente a 3 personas de las 60 encuestadas, consideran que no es importante seguir costumbres ni tradiciones desde la gastronomía porque es necesario conocer otras culturas e innovar.

Tabla 5. *Las recetas manabitas tienen potencial de identidad y nos permite crecer en la economía*

	F	%	% válido	%acumulado
V Siempre	60	100,0	100,0	100,0

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

.

El 100% de los encuestados, es decir las 60 personas piensan que las recetas manabitas tienen un gran potencial de identidad y permite amentar la economía del país, por la variedad y el tradicionalismo que resalta en todos estos platos típicos.

Tabla 6. *Usted cree que los mayores aún mantienen su comida típica, como costumbre habitual*

	F	%	% válido	%acumulado
Válidos Siempre	52	86,7	86,7	86,7
Algunas veces	8	13,3	13,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: habitantes del cantón Sucre

El 86,7% de los encuestados, 52 de las 60 personas, afirman que los adultos mayores mantienen la costumbre habitual en su comida típica porque han vivido todos sus años consumiendo el mismo tipo de platos; mientras que 8 personas equivalente al 13,3% asegura que algunas veces los mayores mantienen como costumbre su comida típica porque muchos ya no pueden alimentarse de esta manera por las enfermedades que mantienen.

Tabla 7. Usted valora su comida típica

	F	%	% válido	%acumulado
Válidos Siempre	58	96,7	96,7	96,7
Algunas veces	2	3,3	3,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: habitantes del cantón Sucre

El 96,7% de los encuestados, 58 de 60 personas, valoran su comida típica por ser un legado de sus antepasados y lo que representa para ellos el consumo de la comida manabita. Para el 3,3% equivalente a 2

personas, algunas veces valoran la comida típica porque consideran que hay más variedad e innovación.

Tabla 8.

¿A Usted le gustaría mantener su comida típica?

	F	%	% válido	%acumulado
Válidos Siempre	57	95,0	95,0	95,0
Algunas veces	3	5,0	5,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: habitantes del cantón Sucre

.

Según las encuestas de 60 personas, de las cuales 57 de ellas que equivale al 95,0% de la población encuestada les gustaría mantener su comida típica por ser tradicionales y las virtudes que representa el consumo de la comida manabita; mientras que para el 5,0% 3 de 60 encuestados, algunas veces mantienen su comida típica ya que consumen platos de otras culturas e incluso de otros países y consideran que son platos exquisitos.

Tabla 9. *En su casa prepara comida manabita*

	F	%	% válido	%acumulado
Válidos Siempre	47	78,3	78,3	78,3
Algunas veces	10	16,7	16,7	95,0
Nunca	3	5,0	5,0	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: habitantes del cantón Sucre

El 78,3% de los encuestados equivalentes a 47 de 60 personas, preparan comida típica en sus hogares, ya que siempre lo han hecho; mientras que para 10 encuestados el 16,7% algunas veces preparan comida típica porque consumen comida más sencilla y de otras culturas. El 5.0% de la población, 3 de 60 personas nunca han preparado comida típica porque no les gusta cocinar y optan por consumir alimentos fuera de su casa.

Tabla 10. *En el Centro Educativo, los docentes enseñan a valorar la comida típica*

00

	F	%	% válido	%acumulado
Siempre	12	20,0	20,0	20,0
Algunas veces	40	66,7	66,7	86,7
Nunca	8	13,3	13,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

El 66,7% de los encuestados, 40 de 60 personas afirman que algunas veces en su centro educativo, los docentes enseñan a valorar la comida típica, ya que no consideran muy relevante tratar este tema. Para el 20% de personas encuestadas equivalente a 12 de 60, siempre les han enseñado a valorar la comida típica en su centro educativos y les han interesado mucho estas enseñanzas; y para el 13,3% que son 8 personas señalaron que nunca les han enseñado sus docentes a valorar la comida típica porque no les parece indispensable hablar del tema ya que creen que sus padres les han inculcado esas enseñanzas.

Tabla 11. *En la preparación de los alimentos típicos, ¿aún utilizan, la olla de barro, cucharas de mate, madera, el horno de leña*

	F	%	% válido	%acumulado
Siempre	20	33,3	33,3	33,3
Algunas veces	35	58,3	58,3	91,7
Nunca	5	8,3	8,3	100,0
Total	60	100,0	100,0	

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

De las 60 personas encuestadas, 35 de ellas equivalentes al 58,3% utilizan algunas veces los utensilios típicos para preparar sus alimentos como la olla de barro, las cucharas de mate o madera ya que sus familiares lo usan; mientras que 20 personas que son el 33,3% siempre usan estos utensilios porque aseguran que la comida queda con mejor sabor con esos utensilios y para 5 personas encuestadas de 60 que es el 8,3% nunca han utilizado la olla de barro ni la cuchara de mate porque no son muy tradicionales.

Tabla 12. *Tiene importancia para usted la gastronomía ancestral como cultura trascendental*

	F	%	% válido	%acumulado
Válidos Siempre	60	100,0	100,0	100,0

Fuente: *habitantes del cantón Sucre*

Para el 100% de la población encuestada las 60 personas consideran importante la gastronomía ancestral como cultura trascendental porque es aquella

que potencializa la economía del país, además de ser patrimonio del Ecuador, es la identidad de todos los ecuatorianos generación tras generación.

Discusiones

Al comparar los resultados del nivel de conocimiento sobre la importancia de la gastronomía ancestral como cultura trascendental en las comunidades de Bahía de Caráquez, San Vicente y sus comunidades subyacentes se pudo constatar que las personas mayores aun poseen casi en su totalidad los conocimientos y emplean en la actualidad dichos conocimientos en la cocida y en vida diaria.

Para Villalva (2020) en su artículo científico sobre el estudio de los saberes ancestrales de la ciudad de Riobamba, afirma que se ha mantenido las prácticas culturales que fomentan el conocimiento de los habitantes para compartir a generaciones futuras; así mismo en el presente proyecto sobre la Gastronomía ancestral como cultura trascendental en el cantón Sucre, se afirma que las personas consideran importante la gastronomía ancestral por ser la identidad de todos los ecuatorianos que trasciende de generación en generación.

Como menciona Villalba los proyectos gastronómicos como lo son las ferias gastronómicas han podido evidenciar el potencial que poseen los habitantes en sus desempeños por las realizaciones de estas prácticas que en materia de cultura representan el auge de las civilizaciones y sus precedentes.

Yumbo (2014) asegura en su trabajo de graduación que, en los centros educativos de Cuenca, los docentes enseñan a valorar la comida típica en especial los platos típicos de las nacionalidades; mientras en el Cantón Sucre del presente proyecto algunas veces los docentes enseñan a valorar la comida típica ya que consideran que no es indispensable hablar del tema porque creen que sus padres les han inculcado esas enseñanzas.

Conclusiones

La gastronomía ancestral ha influido en la gastronomía moderna ya que se mantiene los sabores, las tradiciones y técnicas culinarias que hacen crecer su atractivo gastronómico brindando así saberes y sabores ancestrales.

Dentro de las tradiciones que aún se conservan, está el uso de los materiales o herramientas como son cucharas de palo, vasijas de barro, hornos de leña e ingredientes que aportan a la riqueza de la cocina manabita.

Es recomendable mantener las practicas tradiciones culinarias manabitas la cuales brindan la particularidad de una cocina exquisita ecuatoriana, desde la practica en los restaurantes dándole el toque tradicional y ancestral de cada uno del plato ofreciéndole al público una nueva forma de ser manabita.

Referencias

- Aldas, S. X. G. (2013, 10 octubre). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: La preparación ancestral alimenticia y el desarrollo del turismo gastronómico de la ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua*. Reposario digital. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/5655>
- Anguita, C. J. (2003, 15 mayo). *La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I) | Atención Primaria*. ELSEVIER. <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Coba, A. (2016). *VALORACIÓN SIMBÓLICA DE LA COMIDA TÍPICA EN LA PROVINCIA DE*

PICHINCHA: CASO CANTÓN QUITO.
Reposario.

<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10277/Valoraci%C3%B3n%20simb%C3%B3lica%20de%20la%20comida%20t%C3%ADpica%20de%20la%20provincia%20de%20Pichincha.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

El Comercio. (2018, 22 octubre). *Cocina tradicional manabita declarada Patrimonio Cultural Inmaterial.*

<https://www.elcomercio.com/actualidad/cultura/cocina-manabita-patrimonio-cultural-inmaterial.html>

Escamilla, M. (2009). *Método Histórico*. Sistema de Universidad Virtual.

https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES40.pdf

Fabregat, D. L. S. A. (2017, diciembre). *Los métodos teóricos: una necesidad de conocimiento en la investigación científico-pedagógica*. SciELO.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742017000400021#:~:text=Los%20m%C3%A9todos%20te%C3%B3ricos%20permiten%20revelar,de%20teor%C3%ADas%20creando%20las%20condiciones

Fernández, P., & Díaz. (2002). *Investigación cuantitativa y cualitativa*. Investigación.

http://fisterra.com/mbe/investiga/cuanti_cuali/cuanti_cuali2.pdf

Fusté-Forné, F. (2016). *Los paisajes de la cultura: la gastronomía y el patrimonio culinario*. SciELO.

http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0797-36912016000100001

- Hosagrahar, J. (2016, 7 noviembre). *La cultura es un elemento trascendental para la subsistencia de las personas*. Cultura. <https://www.ritmos21.com/340936648/jyoti-hosagrahar-cultura-foro-unesco.html>
- Lafuente, C., & Marín, A. (2008, 16 agosto). *Vista de Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas*. Revista EAN. <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/450/442>
- Ministerio de Turismo. (2014, 20 marzo). *Nace la Sociedad Ecuatoriana de Gastronomía – Ministerio de Turismo*. Turismo. <https://www.turismo.gob.ec/nace-la-sociedad-ecuatoriana-de-gastronomia/>
- Moreira, H., & Perfil, V. T. M. (2017, 14 noviembre). *Hablar de la gastronomía manabita es abrir un abanico de opciones*, <http://compuhelen.blogspot.com/2017/11/hablar-de-la-gastronomia-manabita-es.html>
- Oñate, T. C. F. (2021, 4 febrero). *Repositorio Universidad Técnica de Ambato: El maridaje en la gastronomía manabita*. Reposario Digital. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32065>
- Regalado, L. (2008). *Manabí y su comida milenaria*. ULEAM.
- Saltos, G. (2018). *Identificación de la gastronomía ancestral en la mejora del turismo sostenible caso cantón San Vicente*. Blogspot. <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1112/1/ULEAM-HT-0014.pdf>
- Texto: Carolina Escobar, periodista Facultad de Ciencias Sociales. (2020, 8 abril). *La trascendencia de la Cultura en las sociedades*

actuales en la voz del sociólogo francés Pierre Le Quéau. Universidad de Chile.
<https://www.uchile.cl/noticias/162415/la-trascendencia-de-la-cultura-en-las-sociedades-actuales>

Villalva, M. (2020, 2 julio). *Cumbres*. Investigación.
<https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>

Yumbo, L. (2014). uso y valor de la gastronomía ancestral de la nacionalidad a'ï en la comunidad cofan dureno. Monografía.
<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20095/1/Monograf%C3%ADa.pdf>

Enfoque intercultural para la educación superior en el aprendizaje de los saberes ancestrales mediante el desarrollo de las estrategias Tinkuy

Ana Jovanna Córdova Quinchiguango

Universidad de Otavalo, acordova@uotavalo.edu.ec / orcid.org/0009-0008-3210-3801

César Guanolema Curicama

MSc, Universidad de Otavalo, ep_cguanolema@uotavalo.edu.ec / orcid.org/0000-0002-2639-3979

Jesús Francisco González Alonso

PhD. Universidad de Otavalo, jgonzalez@uotavalo.edu.ec / orcid.org/0000-0001-6761-6588

INTRODUCCIÓN

El docente de educación superior en un país intercultural y pluriétnico asume un enfoque de intercambio de saberes entre diversas culturas dentro de un sistema de educación profesional y formal. La enseñanza de saberes ancestrales con enfoque intercultural como un paradigma educativo que aún emerge en la educación superior incorpora en el proceso educativo, el pluralismo epistemológico y una manera diferente de concebir al mundo frente al pensamiento de una cultura dominante.

La perspectiva intercultural o *kawsaypurachik* expresa una crítica a la homogeneización y a la aculturación masiva, Según Uribe (2019):

Al cientificismo y a la violencia epistémica de los pueblos originarios y comunidades afrodescendientes. Plantea la posibilidad de una descolonización en aspectos de orden epistémico, filosófico y pedagógico; ya que la escuela por siglos ha privilegiado el saber occidental, debido al legado de la modernidad y a la colonización cultural y educativa” (p. 37).

Es importante destacar que los saberes ancestrales andinos han sido transmitidos de generación en

generación entre sus pobladores, mediante códigos de documentación que distan a la que se utiliza en la actualidad, incluso en muchos estos conocimientos han sido subestimados o marginados en diferentes estancias, incluso en la academia. Sin embargo, en los últimos tiempos ha existido un reconocimiento creciente de su valor y se está realizando esfuerzos para preservar y valorar estos saberes, así como para promover su integración con el conocimiento científico y tecnológico contemporáneo.

Dentro de un Estado, las universidades e instituciones de educación superior son las llamadas a contribuir a la construcción del conocimiento y la investigación científica, a fin de contribuir al fortalecimiento de una sociedad y ciudadanía intercultural, donde se conjugue los conocimientos de la modernidad con los saberes, las cosmogonías y los idiomas ancestrales de los pueblos originarios. “Es urgente el diálogo con otras educaciones, pero desde una perspectiva pedagógica intercultural, crítica y colonizada” (Muñoz y Sicard, 2021, p. 86). El proceso de enseñanza de saberes ancestrales en un contexto de diálogo intercultural es una opción que ha tenido una trayectoria histórica en la educación (Cruz, 2017, p. 13).

Dentro de esta panorámica, el docente cumple el papel de mediador principal en la sala de clases, su accionar es de gran importancia para la formación del estudiante tanto en lo académico como en valores; por ello, es fundamental que el profesional en educación ponga en evidencia sus conocimientos, prácticas disciplinarias y didácticas para la enseñanza de una disciplina u otro tipo de saberes, Aguado y Malik (2009), por lo que es importante trabajar en la formación docente. Según Uribe (2020), “Concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas, dos estudios de caso (Molina y Utges, 2011)”.

Las normativas de la educación superior incorporan contenidos de las ciencias ancestrales en varias

carreras de formación profesional, sin embargo, la falta de docentes con conocimientos en estas áreas no ha permitido cumplir de manera adecuada estos aprendizajes. Existen instituciones que por cumplir la malla curricular en temas ancestrales encargan a docentes que no tienen conocimientos en estos contenidos, generando un tratamiento superficial y en ocasiones ambiguo; causando un desinterés que obstaculiza en adquirir estos conocimientos por parte de los estudiantes. Muchos de los docentes en su afán de compartir los contenidos de la mejor forma, buscan medios más propicios para generar un mejor aprendizaje, encontrándose con vacíos y faltas de estrategias adecuadas para el aprendizaje.

El aprendizaje de los saberes ancestrales en la educación superior utilizando estrategias adecuadas y con docentes capacitados se centra en la búsqueda de valorar y respetar la diversidad cultural, promover la equidad y justicia social en un país multiétnico y pluricultural. Es por ello, la presente propuesta pretende dar respuesta a la interrogante ¿Emplean los docentes de la educación superior los enfoques interculturales para el aprendizaje de los saberes ancestrales?

En los territorios del Abya Yala que actualmente conforman los países andinos, desde la conquista europea la relación entre los conocimientos ancestrales y la ciencia occidental fue tradicionalmente entendida en asimetría de dominación cultural. Sin embargo, desde finales del siglo XX con base al reconocimiento y reivindicación de derechos de los pueblos originarios se propone el diálogo de saberes como estrategia para la enseñanza de los saberes ancestrales. Según Uribe (202), “La enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales (Molina y Mojica, 2013) y concepción de los profesores acerca del fenómeno de diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias” (Molina, et al., 2014)”.

Colombia, se ha constituido en uno de los países andinos que mediante el Ministerio de Educación Nacional sugiere aplicar un Sistema de Formación de Educadores y Lineamientos de Política Educativa con enfoque intercultural (MEN, 2013); proceso que se ha convertido en un desafío para la educación superior en la enseñanza de saberes ancestrales, que requiere no solo generar una transición de currículos monoculturales hacia currículos interculturales y bilingües, sino que requiere incorporar contenidos y saberes propios de un pueblo o cultura específica.

Según Iño (2018): En el caso boliviano, específicamente en el sistema educativo regular, el debate sobre lo intercultural se ha centrado en diversas miradas y proposiciones teórico-conceptuales, por ejemplo, el proceso de convivencia (Tintaya, 2003), viaje cultural (Clifford, 1999), se han enfocado en acoger saberes ancestrales e integrar con los conocimientos occidentales, con el propósito de buscar nuevas alternativas de solución a problemas contemporáneos. A esta práctica otros autores lo conceptualizan, por un lado, como una ficción y medio de la globalización (Jamenson y Zizek, 1998), y por otro, como una respuesta a las tendencias de globalización (Zimmermann, 1997).

Ecuador, en la vigente carta Magna del año 2008 es considerada como un país intercultural y multiétnico, por lo que desde esta perspectiva trabaja en fortalecer y potenciar la recuperación de los saberes ancestrales. La transversalización de la interculturalidad y el fomento del diálogo de saberes en la formación profesional en la educación superior se ha convertido en uno de los ejes trascendentales para la búsqueda del desarrollo científico tecnológico de un país, así también, para el fortalecimiento de los derechos colectivos de los pueblos, nacionalidades, comunidades, para el respeto al habitat, la convivencia entre seres, y para la práctica de la diversidad de pensamiento dentro de un Estado soberano. La

Educación Intercultural Bilingüe (EIB) mediante la aplicación del Modelo del Sistema de Educación Intercultural Bilingüe (MOSEIB) busca cumplir los objetivos planteados desde el Estado ecuatoriano.

El Instituto Superior Tecnológico “Jatun Yachay Wasi”, “creado con justa dedicación a los saberes tradicionales de los pueblos aborígenes de los andes desde el 11 de agosto de 1999, a fin de impulsar la conciencia y desarrollo holístico que vaya de la mano armónicamente con la Pachamama” (Hervas, 2015), Su misión está enfocada en la transferencia de conocimiento ancestrales a profesionales en formación, a través de las carreras de Terapias Ancestrales, Agropecuaria, Construcciones, Promoción y Defensoría Social y Ciencias y Saberes Ancestrales. Experiencia educativa intercultural a nivel superior por más de dos décadas, ha permitido desarrollar diversas estrategias y metodologías genuinas para trabajar con saberes ancestrales en la academia, entre éstas encontramos a la estrategia Tinkuy como una herramienta metodológica para la enseñanza de los saberes ancestrales en la educación superior; tema de nuestra propuesta investigativa.

El objetivo propuesto para el desarrollo de nuestra investigación se puede citar como Analizar el enfoque intercultural para la educación superior en el aprendizaje de los saberes ancestrales, aplicando estrategias de enseñanza Tinkuy “Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi”.

El problema a resolver en el presente analiza los aprendizajes de los saberes ancestrales en la educación superior se refiere a la inclusión de conocimientos y prácticas tradicionales de una determinada cultura indígena a la formación profesional. La interculturalidad como eje transversal en el aprendizaje de temas ancestrales es fundamental, ya que se trata de promover la inclusión y el diálogo entre culturas y formas de conocimiento diferentes, proceso

al que se lo conoce como kawsaypura yachay. Por lo tanto, con la enseñanza de los saberes ancestrales a nivel superior se busca promover un diálogo constructivo entre los conocimientos científicos y los saberes tradicionales, generando así el runakay kawsay.

La práctica intercultural en la educación superior busca promover el entendimiento y la aceptación de la diversidad cultural (tawkapura) y la convivencia pacífica (alli kawsay) en la sociedad. Su comprensión y asimilación de los saberes ancestrales por parte de estudiantes de diferentes culturas en ocasiones se dificulta por algunos de estos factores:

a) Diferencias culturales: hace un poco más de 500 años de parte de Occidente y el Imperio español, los pueblos del Abya Yala conocidas hoy como las Américas, y dentro de ello lo que hoy comprende el territorio ecuatoriano y provincias como el Chimborazo se sumergieron en un proceso de colonización.

b) El legado histórico: de hegemonía cultural desde la conquista sigue vigente incluso en las aulas universitarias, afecta la práctica intercultural entre estudiantes, provocando un marcado desinterés en la comprensión de contenidos ancestrales.

c) Barreras lingüísticas: entre las manifestaciones culturales que sobreviven en los pueblos originarios es el idioma, la falta de comprensión de esta, dificulta la asimilación de los contenidos de los saberes ancestrales por parte de algunos estudiantes. En los pueblos Andinos el idioma es considerado como un sistema de documentación, por tanto, su comprensión no solo permite generar comunicación entre los congéneres, sino, además ayuda a decodificar la esencia de los conocimientos y tecnología de la cultura originaria.

d) Falta de conocimientos previos: la aculturación de los pueblos originarios involucra la negación su propia cultura y la historia de sus orígenes, acontecimientos

que en los profesionales en formación bloquea el aprendizaje de los saberes ancestrales y conlleva a un marcado desinterés.

e) Falta de recursos y capacitación para los docentes: el sistema monocultural también se refleja en la educación superior, muchos docentes en formación o en ejercicio profesional no están interrelacionados con adecuados procesos para la enseñanza de los saberes ancestrales. Además, algunos docentes están enmarcados con prejuicios culturales que pueden impedir desarrollar un claro proceso de enseñanza de manera imparcial y efectiva.

La falta de un enfoque intercultural en la enseñanza-aprendizaje de los saberes ancestrales en la educación superior puede llevar al irrespeto y la no apreciación de la valía de los saberes ancestrales tanto en la práctica como en el aporte a la ciencia universal.

La exclusión a estudiantes y docentes de diferentes orígenes culturales limita la práctica intercultural, conlleva a la perpetuación de estereotipos y prejuicios, genera una pérdida de patrimonio cultural y de formas de conocimientos valiosas para el desarrollo sostenible de la sociedad. Más aún puede dejar a los estudiantes y docentes mal preparados y con limitada capacidad para colaborar y trabajar efectivamente con personas de diferentes orígenes culturales.

El problema planteado en cuanto al fomento de los saberes ancestrales en la educación superior puede ser abordado a través de la implementación de una adecuada estrategia de enseñanza en el aula universitaria. La inclusión de perspectivas y conocimientos de diferentes culturas pueden enriquecer el aprendizaje y preparar a los profesionales para trabajar efectivamente en entornos multiculturales y multilingües, ayudando a preservar y promover el patrimonio cultural y las formas valiosas de conocimiento que se han desarrollado a lo largo de generaciones.

La preservación y valorización de los saberes ancestrales es esencial para mantener vivas las tradiciones culturales y la historia de las nacionalidades y pueblos indígenas. La integración de estas sabidurías en la educación superior enriquece significativamente la formación de los estudiantes, fomenta una mayor comprensión y respeto por la diversidad cultural de diferentes orígenes y perspectivas.

Podemos justificar la misma aportando que la formación de profesionales en un país multicultural se sustenta en una adecuada aplicación de las estrategias de enseñanza de saberes ancestrales por parte de los docentes de educación superior. Por un lado, los saberes ancestrales son una importante fuente de conocimientos de una determinada cultura, y por otra, sus contenidos ofrecen alternativas de solución a múltiples problemas de la sociedad contemporánea.

En este sentido, el desarrollo de la estrategia de enseñanza Tinkuy para el aprendizaje de los saberes ancestrales con enfoque intercultural en la educación superior, ayuda a los estudiantes a comprender las diferentes culturas, entender su cosmovisión y el fomento de un diálogo intercultural entre diversos, de igual forma a los docentes permite integrar contenidos ancestrales en sus programas de estudio.

Las universidades ecuatorianas paulatinamente han incorporado charlas informativas a docentes en temas de ancestralidad, de manera específica el Instituto Superior Tecnológico “Jatun Yachay Wasi” y la Universidad Intercultural de las Nacionalidades y Pueblos Indígenas “Amawtay Wasi” se han caracterizado por enfocar sus esfuerzos en formar profesionales con conocimientos y saberes ancestrales de los pueblos indígenas. Otras instituciones como la Universidad Andina Simón Bolívar y la Universidad Politécnica Salesiana con sus trabajos se han enfocado

a sistematizar contenidos de temas ancestrales para estudios de postgrados.

En el Estado ecuatoriano amparados en la Constitución y en la Ley de Educación Superior, existen importantes desafíos para la implementación efectiva de la enseñanza de saberes ancestrales en la educación superior, uno de los principales desafíos es contar con recursos y el apoyo financiero para la investigación e implementación de programas que incluyan contenidos de saberes ancestrales en la formación profesional y una adecuada capacitación al docente intercultural.

Lo importante es que existen algunas universidades que están realizando esfuerzos en estos temas, aún queda mucho por hacer para que estos enfoques sean implementados efectivamente en la educación superior del Estado ecuatoriano.

Saberes ancestrales

Según Rojas y Aguirre (2015):

El conocimiento ha ocupado un lugar fundamental en la historia de la humanidad, aunque la manera de concebirlo por parte de las diferentes culturas a lo ancho del mundo como a lo largo de los siglos ha generado divergencias, sus implicaciones han sido de tipo social, político, económico y cultural (p. 1).

Los saberes ancestrales en una cultura se refieren a conocimientos que se basan en experiencias, prácticas y tradiciones acumuladas por las comunidades a lo largo de su historia de vida, que en conjunto gestan la identidad propia.

En muchas culturas indígenas, los saberes ancestrales son considerados sagrados y son transmitidos a través de códigos de documentación propia como el idioma, rituales y ceremoniales. Estos conocimientos no solo proporcionan herramientas prácticas para el buen vivir

o sumak kawsay, sino que también contienen una cosmovisión única, valores culturales y una comprensión profunda de la relación de los seres humanos con el resto de los seres en el kay pacha (naturaleza).

Saberes ancestrales en la Educación Superior

Desde la Constitución del Ecuador, promulgada en 2008, ha habido un reconocimiento creciente de la importancia de incorporar los saberes ancestrales en la Educación Superior, esto se refleja en políticas y programas que promueven la interculturalidad y la valoración de los conocimientos tradicionales, el fomento de la diversidad cultural y garantizar el derecho a la educación intercultural bilingüe en todos los niveles.

Las universidades ecuatorianas han establecido espacios y mecanismos para integrar los saberes ancestrales en sus currículos académicos. Se han creado carreras y programas de estudio específicos que abordan temas relacionados con la cosmovisión indígena, la medicina ancestral, la agroecología, la gestión comunitaria del territorio, entre otros. Por ejemplo, la Universidad Andina Simón Bolívar, ofrece Maestría en Saberes Ancestrales y Diálogo de Saberes; la Universidad Técnica Particular de Loja tiene un programa de Licenciatura en Saberes Ancestrales y Gestión Intercultural; entre otras tanto públicas como privadas.

Producción de los conocimientos.

A través de la investigación y la docencia, las instituciones de educación superior desempeñan un papel fundamental en la producción de conocimientos en diversas disciplinas tanto académicas como científicas. Los profesores e investigadores aportan en sus respectivas áreas de especialización nuevas ideas, teorías, experimentos y análisis de datos que

contribuirán al desarrollo de la sociedad en general. De acuerdo con Hervas (2015), “La universidad es vista, no sólo como el lugar donde se produce el conocimiento que conduce al progreso moral o material de la sociedad, sino como el núcleo vigilante de esa legitimidad (Castro, 2007, pág. 81)”.

En lo concerniente a los saberes ancestrales, las instituciones de nivel superior han asumido dos posturas, la primera que procura incorporar dentro de la estructura universitaria espacios con temas ancestrales como de investigación en temas ancestrales o en algunos casos abriendo cátedras de estudio; y, la segunda busca descentralizar la producción y validación del conocimiento a miembros de una determinada cultura, quienes participarán como actores directos en el proceso de enseñanza de temas ancestrales. Así mismo Hervas (2015), menciona que “la ecología de saberes está basada en la idea pragmática de que es necesario revalorizar las intervenciones concretas en la sociedad y en la naturaleza que los diferentes conocimientos puedan ofrecer (De Sousa, 2022)”.

La sistematización de conocimientos ancestrales y su paulatina incorporación en los currículos educativos no es más que un proceso de la descolonización del poder aglutinante. La revitalización de las memorias ancestrales y el fortalecimiento de la identidad cultural será la segunda independencia de la colonial que formalmente pretende declarar como superada.

Intercultural

Intercultural o kawsaypurachik se refiere a la interacción e intercambio de saberes entre diferentes culturas en un contexto determinado. Implica el reconocimiento, la valoración y el respeto de su memoria, saberes y valores culturales, así como la promoción del diálogo rimanakuy y la comprensión de diversas prácticas tradicionales, experiencias y

contenidos temáticos. Busca superar los estereotipos y fomenta la igualdad, la diversidad y la inclusión en un colectivo, reconoce que cada cultura es rica en conocimientos, saberes y formas de vida.

En un diálogo cultural sea cotidiana o académica se tiende a pensar que la interculturalidad es una transversalización de culturas puras que entregan lo mejor de sí para un convivir armónico a la sociedad, eso no es así. Para Hervas (2015):

Para la filosofía intercultural, ninguna cultura es pura en sus formas cotidianas de la experiencia humana (Estermann, 1998, pág. 284), y Los científicos sociales o humanistas que estudian la cultura a la cual pertenecen (por su nacionalidad, etnia, clase social) no son necesariamente subjetivos, como los investigadores que estudian la cultura a la cual no pertenecen, no son necesariamente objetivos (Mignolo, 2013, pág. 143).

Más allá de esa discusión que puede ser más de corte metodológico, lo que se desea rescatar es la posición clara de eliminación de cualquier postura apasionada que puede tener un determinado miembro del colectivo y que conlleve a la pérdida de vista los verdaderos logros que persigue la interculturalidad.

Interculturalidad en la educación

La investigación realizada por Hervas (2015), manifiesta que:

Para darle sentido a la apertura de la perspectiva de la interculturalidad se la debe relacionar con la educación como institución de la sociedad y la educación superior como espacio de actual disputa, las universidades interculturales y los espacios interculturales denominados de esa manera pueden construir las condiciones para el establecimiento del diálogo de saberes”. Los territorios universitarios tradicionales, y, la fomentación de espacios de aprendizaje superior

reconocidos y legitimados por el Estado son el espacio geo-cultural, político y estratégico para la consolidación de la sociedad (llámese nación o Estado) intercultural (Velázquez y Argueta, 2013, pág. 37)” (p. 21).

Los territorios de las nacionalidades y pueblos indígenas son los espacios más propicios para provocar el encuentro intercultural y la revitalización de contenidos en diferentes dimensiones, en caso del mundo andino estos espacios son considerados como el terreno educativo o aula abierta de aprendizaje intergeneracional. Se busca evitar a toda costa que estos métodos de transferencia de conocimientos se folklorice desde la visión de culturas extrañas o dominantes, al contrario, se debe buscar la “igualdad en la diferencia” (Mato, 2008, pág. 95).

La práctica educativa intercultural rebasa las expectativas cuando de sensibilización se trata, por tanto, “al hablar de universidades interculturales o pluriversidades se entiende como un proyecto pendiente de construir modelos de centros de educación superior que combinen” (Hervas, 2015) los saberes ancestrales y los contenidos de investigación científica. Una institución de educación superior con estos enfoques busca la articulación y “complementación entre creencias, saberes y conocimientos locales, regionales y universales, y contribuye al logro de un pluralismo incluyente” (Gigante, 95, pág. 51)” (Hervas, 2015). Bajo este contexto la educación intercultural y la práctica de la interculturalidad se convierte en un proceso parmente de interaprendizaje y búsqueda de apoyo entre diversos.

“Enseñar y aprender desde el otro, no del uno al otro, y junto con los otros, humana y sensiblemente, comprometidos con la construcción de una cultura además más profunda, jamás pura, sino más armónica, más feliz, intercultural” (Hervas, 2015), como explica

el enseñar no debe venir desde lados diferentes, si no desde el mismo lado por lo que debemos tener el compromiso de formar una sociedad más armónica, “no deja de ser una disputa donde además de asumir la responsabilidad de tal propósito” (Freire, 2005, pág. 150).

De acuerdo a la investigación realizada acerca de la interculturalidad por Hervás (2015):

La educación intercultural concebida desde la perspectiva crítica y asociada a la lucha por los derechos de los diversos tiene tres momentos identificados, la primera se refiere a las reformas educativas de los noventa y, la segunda a las políticas educativas emergentes del siglo XXI” (Walsh, 2009, pág. 156)”.

De acuerdo al autor el tercer momento es donde se encuentra más que identificado con el Estado por ser responsable directo en la generación de las políticas educativas en nuestro país.

Tinkuy

Tinkuy es un concepto de raíces de la cultura andina, se refiere al encuentro o reunión de personas. En los Andes o Antis el Tinkuy tiene una connotación especial, ya que representa la convergencia entre diferentes comunidades, culturas y saberes.

El Tinkuy se manifiesta en diferentes formas de convivencia e interaprendizaje colectivo, aprendizajes que se plasman en eventos ceremoniales como los cuatro raymi (Pawkar raymi, Inti raymi, Kulla raymi y Kapak raymi) donde las comunidades indígenas se reúnen en lugares específicos o energéticos como los pukara, tampu, katekilla, ka´ka, pakcha y otros. Los sabedores y sabedoras transmiten los conocimientos a la nueva generación mediante la aplicación de diferentes códigos culturales como los cánticos, rituales y más (Kowii, 2017, p 23)

El Tinkuy es una manifestación de la riqueza cultural y espiritual, así como un espacio de transferencia de conocimientos intergeneracionales en búsqueda de fortalecer la supervivencia de los conocimientos de las culturas andinas. Es una oportunidad para preservar y transmitir tradiciones ancestrales, así como para reflexionar sobre la importancia de mantener viva la identidad andina en un mundo cada vez más globalizado (Cortés, 2020, p. 53).

Cuando entre varios sujetos con capacidad de dialogo correspondientes a una diversidad cultural gestan un encuentro de saberes, esta se las denomina Tinkuy yachay, concepto al que varios tratadistas de temas ancestrales o indigenistas lo han denominado diálogo intercultural, “las propuestas de régimen y según Hervas (2015), “saber intercultural, como una crítica generalizada frente a los discursos políticos de carácter multicultural y sus variantes postmodernas (Cortes, 2020, p. 53)”.

El fin más claro del encuentro de saberes o Tinkuy yachay es hacer posible la práctica intercultural de conocimientos entre la población de diferentes edades, donde los mayores y mayoras enseñan a los jóvenes fomentando la convivencia armónica entre sus miembros, Hervas (2015) menciona que: “es en la práctica de experimentar las diferencias donde nos descubrimos como yos y tus (Freire, 2019), solo un modelo de interculturalidad no hegemónica y dialógica puede ser capaz de frenar las pretensiones supra y súper-culturales de una parte de la humanidad” (Estermann, 1998, pág. 291)”.

Estrategia Tinkuy en la educación

La estrategia de enseñanza de saberes ancestrales Tinkuy se basa en el mecanismo de intercambio de conocimientos y experiencias entre diferentes culturas y edades de sus participantes,

A continuación, se presenta algunos elementos de esta estrategia:

a) Respeto y valoración de la diversidad cultural: la estrategia de enseñanza de saberes ancestrales Tinkuy reconoce la importancia de los conocimientos de cada cultura y la riqueza del aporte al acervo de los saberes humanos. Se fomenta el respeto, la valoración y la no jerarquización de las diferentes tradiciones y conocimientos ancestrales mediante el diálogo de saberes. “las universidades interculturales y los espacios interculturales no denominados de esa manera pueden construir las condiciones para el establecimiento del diálogo de saberes” (Velázquez y Argueta, 2013, pág. 37).

b) Diálogo intergeneracional: promueve el encuentro entre personas de diferentes edades, fomenta el intercambio de experiencias y sabiduría entre personas de diferentes edades cronológicas. Los conocimientos se transmiten en código propios como el idioma, tejidos, terapias y más, permitiendo que las nuevas generaciones aprendan directamente de los mayores, “busca la articulación y complementación entre creencias, saberes y conocimientos locales, regionales y universales, y contribuye al logro de un pluralismo incluyente” (Gigante, 95, pág. 51).

c) Participación comunitaria: la participación de la comunidad en el proceso de enseñanza de los saberes ancestrales implica la creación de espacios para la transmisión y práctica de saberes. Se hace necesario conocer lo que subyace en las dinámicas de funcionamiento de los centros escolares en relación a las prácticas de participación. (Bustos, 2011, p. 110)

d) Aprendizaje vivencial: la estrategia de enseñanza Tinkuy se basa en la idea de que los saberes ancestrales se aprenden a través de la experiencia directa “igualdad en la diferencia” (Mato, 2008, pág. 95)” (Hervas, 2015). Se fomenta el contacto con la naturaleza, el

aprendizaje a través de la observación y la experimentación, y la incorporación de los conocimientos en la vida cotidiana.

e) **Conexión con la naturaleza:** los saberes ancestrales están estrechamente relacionados con el entorno natural o pachamama. La estrategia Tinkuy enfatiza la importancia de reconectar los saberes con la naturaleza, valorarla y aprender de ella para una convivencia armoniosa. Esto incluye prácticas como la agricultura sostenible, la medicina natural, el respeto por los ciclos naturales y la conservación del medio ambiente. (Illicachi, 2014, p. 21)

f) **Adaptación a contextos contemporáneos:** aunque los saberes ancestrales tienen raíces históricas, la estrategia Tinkuy busca su adaptación y aplicación en contextos contemporáneos en pro de conseguir el *sumak kawsay* o buen vivir. Se reconoce que estos conocimientos pueden tener aplicaciones prácticas y beneficios para la sociedad actual, tanto en términos de sostenibilidad como de bienestar individual y comunitario. (Illicachi, 2014, p. 24)

Por tanto, diremos que la estrategia de enseñanza de saberes ancestrales Tinkuy promueve el diálogo intercultural y la transmisión de conocimientos entre diferentes culturas y generaciones. Busca valorar y revitalizar los saberes ancestrales, promoviendo la participación comunitaria y el aprendizaje vivencial, y adaptando estos conocimientos a los contextos contemporáneos. De acuerdo con Hervas (2015) “La educación intercultural bilingüe, las reformas educativas de los noventa y las políticas educativas emergentes del siglo XXI” (Walsh, 2012, pág. 156). Podemos decir que el sistema educativo promueve la diversidad cultural y lingüística y que se ha venido realizando cambios desde los años 90 y actualmente emergen otras políticas en la educación.

Materiales y métodos

El enfoque utilizado en la presente investigación es de tipo mixto con un enfoque no experimental en la parte cuantitativa, ya que no se realiza ninguna manipulación intencional de variables en su proceso y participación acción en lo cualitativo, con levantamientos de información de campo, por cuanto para el desarrollo del trabajo se acudirá a tener un contacto directo con el problema investigado.

En cuanto al alcance de la investigación se considera un análisis descriptivo ya que se enfoca en detallar como es y cómo se manifiesta el uso de la estrategia de enseñanza Tinkuy desde la óptica intercultural, señalando las características de su aplicación, la medición de uso por docente.

Para la recolección de datos se aplica una encuesta, validada por expertos en ciencias ancestrales de las áreas afines a las cinco carreras con que cuenta la institución, con una población de 36 docentes.

Resultados

Ilustraremos los datos de la encuesta aplicada mediante su análisis respectivo que nos permitieron arribar a discusiones de sus resultados.

Pregunta 1: ¿Ha escuchado usted o tiene conocimiento sobre las estrategias tinkuy para el aprendizaje de saberes ancestrales?

La mayoría de los docentes encuestados tienen algún grado de conocimiento, el 42% señala que saben “bastante” y un 31% que saben “algo”, permitiendo concluir que el 42% de docentes conoce las estrategias Tinkuy.

Pregunta 2: En la práctica educativa, ¿Utiliza usted las estrategias de enseñanza tinkuy para el aprendizaje y difusión de saberes ancestrales con sus estudiantes?

Como resultado obtenido nos cabe mencionar que un 66% de los encuestados utiliza las estrategias tinkuy “bastante” o “mucho” en su práctica educativa, permitiéndonos concluir que las variables bastante y mucho es significativo entre los docentes en el proceso académico de aula.

Pregunta 3: ¿Cuánto le ha ayudado el uso de las estrategias tinkuy en la transmisión de saberes ancestrales a sus estudiantes?

El 53% de los encuestado les ha ayudado el uso de las estrategias tinkuy “bastante” o “mucho”, permitiéndonos afirmar que los docentes que aplican la estrategia Tinkuy en el proceso de enseñanza han obtenido resultados favorables en sus estudiantes.

Pregunta 4: ¿Qué nivel de importancia le proporciona a la enseñanza y difusión de los saberes ancestrales en la educación superior?

Para un 59% de los encuestados considera “bastante” o “mucho” importante el aprendizaje de los saberes ancestrales en la educación superior, reconociendo que el Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi por ser de carácter intercultural en ciencias ancestrales la estrategia tinkuy ha facilitado compartir de manera adecuada los contenidos curriculares.

Pregunta 5: ¿En qué medida, la aplicación de la estrategia tinkuy sería un aporte para el aprendizaje y difusión de los saberes ancestrales en la educación superior?

El 61% de los docentes encuestados cree que las estrategias tinkuy aportaría “bastante” o “Mucho” al aprendizaje y difusión de saberes ancestrales en la educación superior, reconocemos que la estrategia tinkuy aplicada en el Instituto Superior Tecnológico Jatun Yachay Wasi ha ayudado notablemente en la comprensión de contenidos ancestrales, por tanto, se

recomienda que las instituciones de educación superior acojan esta estrategia.

Pregunta 6: ¿Cuán importante considera que se enseñe los saberes ancestrales en la educación superior generando una interrelación con los contenidos occidentales?

Un 61% de los docentes encuestado considera que es “bastante” o “mucho” importante integrar saberes ancestrales con contenidos occidentales, permitiéndonos poder expresar que una adecuada confrontación de contenidos occidentales con los saberes ancestrales ayuda a los estudiantes a generar deducciones adecuadas.

Pregunta 7: ¿Considera usted que la enseñanza y difusión de la promoción y defensoría social experimentaría mejoras al ser complementada su enseñanza con la estrategia tinkuy?

Para el 55% de los docentes encuestados cree “bastante” o “mucho” que las estrategias tinkuy mejoraría el aprendizaje y difusión de la carrera de promoción y defensoría social, Reconociendo que la carrera de promoción y defensoría social mediante el uso de las estrategias tinkuy ha logrado llegar con mayor facilidad a los estudiantes en el análisis de los saberes relacionados a esta carrera.

Pregunta 8: ¿Considera usted que la enseñanza y difusión de la agropecuaria andina experimentaría mejoras al ser complementada su aprendizaje con la estrategia tinkuy?

Fuente: propia

Observamos que el 67% de los docentes encuestados cree “bastante” o “mucho” que las estrategias tinkuy mejoraría el aprendizaje y difusión de la carrera de agropecuaria andina, permitiendo que la carrera de agropecuaria andina mediante el uso de las estrategias tinkuy ha logrado llegar con mayor facilidad a los

estudiantes en el análisis de los saberes relacionados a esta carrera.

Pregunta 9: ¿Considera usted que la enseñanza y difusión de construcciones andina experimentaría mejoras al ser complementada su enseñanza con la estrategia tinkuy?

Resultando que el 67% de los docentes encuestados cree “bastante” o “mucho” que las estrategias tinkuy mejoraría el aprendizaje y difusión de la carrera de construcciones andina, permitiendo este análisis expresar que la carrera de construcciones andina mediante el uso de las estrategias tinkuy ha logrado llegar con mayor facilidad a los estudiantes en el análisis de los saberes relacionados a esta carrera.

Pregunta 10: ¿Considera usted que la enseñanza y difusión de medicina andina experimentaría mejoras al ser complementada su enseñanza con la estrategia tinkuy?

Se plantea que el 61% de los docentes encuestados cree “bastante” o “mucho” que las estrategias Tinkuy mejoraría el aprendizaje y difusión de la carrera de medicina andina, exponiendo que la carrera de medicina andina mediante el uso de las estrategias tinkuy ha logrado llegar con mayor facilidad a los estudiantes en el análisis de los saberes relacionados a esta carrera.

Pregunta 11: ¿Considera usted que la enseñanza y difusión de las ciencias y saberes ancestrales experimentaría mejoras al ser complementada su enseñanza con la estrategia tinkuy?

El resultante no expresa que el 70% de los docentes encuestados cree “bastante” o “mucho” que las estrategias tinkuy mejoraría el aprendizaje y difusión de la carrera de ciencias y saberes ancestrales, permitiendo concluimos que la carrera de ciencias y saberes ancestrales mediante el uso de las estrategias

tinkuy ha logrado llegar con mayor facilidad a los estudiantes en el análisis de los saberes relacionados a esta carrera.

Pregunta 12: ¿Cuáles de las siguientes características de la estrategia tinkuy es considerada más importantes para el aprendizaje de saberes ancestrales a nivel superior?

Tabla 1. *Caracterización de la estrategia tinkuy es considerada más importantes para el aprendizaje de saberes ancestrales a nivel superior*

Características	Respuestas	%
Amigable con el entorno intercultural y pluriétnico.	5	14%
Organización estructura de los contenidos	6	17%
Aprendizaje cooperativo intergeneracional	13	36%
Posibilidad de interrelacionar contenidos de la investigación científica	12	33%
Total	36	100%

Fuente: propia

La característica más valorada es el "aprendizaje cooperativo intergeneracional" con un 36%, seguido por la "posibilidad de interrelacionar contenidos de la investigación científica" también con un 36%. Llegando a la conclusión que los conocimientos ancestrales tienen su propia validez, mismos que son transmitidos por los sabedores y sabedoras de manera transgeneracional, quienes hoy son los invitados de primera línea, que juntamente con los docentes principales de las cátedras en los establecimientos universitarios generen el mejor aprendizaje y comprensión en los estudiantes.

Pregunta 13: Marque los recursos educativos que usted considere necesarios en el proceso de

aprendizaje de saberes ancestrales con la estrategia tinkuy, a fin de facilitar la enseñanza.

Tabla 2: Recursos educativos que usted considere necesarios en el proceso de aprendizaje de saberes ancestrales con la estrategia tinkuy.

Recursos educativos	Respuestas	%
El aula tradicional	4	11%
La chakra	8	22%
La comunidad y su entorno	9	25%
Sabedores y sabedoras de las comunidades	15	42%
Total	36	100%

Fuente: propia

Dentro de los recursos educativos, el más valorado o considerado es "sabedores y sabedoras de las comunidades" con un 42%, lo que indica la importancia de involucrar a expertos locales en el proceso educativo, arribando como propuesta conclusiva que la institución valora a estos conocedores de los saberes ancestrales, y propicia a mantener y compartir sus conocimientos a nivel de las instituciones de la educación superior.

Conclusiones

La estrategia Tinkuy para la enseñanza de los saberes ancestrales en la educación superior consiste en un proceso de planificación de aprendizaje en espiral o "churo". La secuencia de alcance tinkuy parte desde la adquisición del conocimiento desde la praxis, en esta fase su actor principal es la mente a través de la lógica y la razón. En el siguiente nivel consiste en aplicar los conocimientos involucrando el Corazón o el Sentir, fase en la que los conocimientos adquiridos siempre serán aplicados bajo los valores culturales que genere

un sumak kawsay, tanto entre los congéneres y el resto de los seres en la pachamama.

La secuencia del proceso de enseñanza tinkuy en primer nivel que corresponde al pensar (mente), parte de conceptualizar el aprendizaje de manera holística partiendo desde el su origen o Illa (material primigenio que dio origen a todo el universo y que sigue expandiéndose en forma de espirar); continúa con la observación a fin de explorar la esencia del contenido en análisis y seguidamente concluye con escuchar a los sabedores y sabedoras. El segundo nivel corresponde a aplicar los conocimientos adquiridos con base al Sentir (corazón). En donde los conocimientos adquiridos son procesados mediante la práctica con valores y sentimientos en el bien hacer, mismos que generarán una experiencia agradable de servir al prójimo.

Luego del análisis de los datos recopilados debemos exponer que el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias ancestrales en nivel superior se va incorporando paulatinamente, proceso que es el resultado de la comprensión de su validez y contenido por parte de los docentes, quienes con la aplicación de la estrategia tinkuy transmiten de una forma más comprensiva y didáctica los contenidos a sus estudiantes.

Los resultados de la investigación nos indica que, en las cuatro carreras de formación profesional en ciencia andina, no en todas se puede aplicar la estrategia de enseñanza tinkuy en amplio espectro. Las carreras como Medicina Andina, Agropecuaria y Construcciones son más amigables con las estrategias de enseñanza tikuy, mientras que la de Promoción Social se refleja como más esquiva; ya que en esta carrera estudian normativas y leyes de un estado mismas que son de cumplimiento obligatorio, y el margen de maniobrabilidad para el ejercicio de un contenido propio corresponde solo a los derechos consuetudinarios.

Referencias

- Molina, A., y Mojica, L. (2013). Enseñanza como puente entre conocimientos científicos escolares y conocimientos ecológicos tradicionales. *Pontificia Universidad Javeriana*: <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/MAGIS/article/view/7200>
- Aguado, T., y Malik, B. (2009). Intercultural education in higher education: *challenges and opportunities*, *Intercultural Education*. <https://doi.org/10.1080/14675980903138426>
- Bustos, A. (2011). Escuelas rurales y educación democrática. *La oportunidad de la participación comunitaria*. Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/2170/217019031009.pdf>
- Canalis, A. (2003). La gestión del conocimiento. Universitat Oberta de Catalunya: http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3300/Gesti%c3%b3n_conocimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, S. (2007). El giro decolonial. *Pontificia Universidad Bolivariana*: <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libreria/147.pdf>
- Clifford, J. (1999). Itinerarios transculturales. *Harvard University Press*: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6684217/mod_resource/content/1/Clifford%20James%20-%20Itinerarios%20Transculturales.pdf
- Uribe, M. (2020). Concepciones de profesores de ciencias en formación inicial sobre interculturalidad y su relación con la enseñanza: reflexiones en el contexto colombiano. *Scielo.org.co*: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142020000100053#B21

- Constitución de la República del Ecuador . (2008). Constitución de la República del Ecuador del 2008. *Ministerio de Defensa*: https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cortés, A. (2020). "De cantos y hablas" Fortalecimiento a la identidad cultural del pacífico en Pereira. *Universidad Tecnológica de Pereira*: <https://repositorio.utp.edu.co/items/bfa5faa5-7f3d-460c-9b00-6ce0e6583919>
- Cruz, E. (2017). Justicia ambiental, justicia ecológica y diálogo intercultural. *Elementos. BUAP*: <https://elementos.buap.mx/directus/storage/uploads/00000000249.pdf>
- Estermann, J. (1998). Filosofía andina. *Estudio intercultural de la sabiduría autóctona andina*. Abya Yala.
- Freire, P. (2019). Identidad cultural y educación. *El viejo Topo*: <https://www.elviejotopo.com/topoexpress/identidad-cultural-y-educacion/>
- Gigante, E. (1995). Una interpretación de la interculturalidad en la escuela . *Fundación SNTE*. <https://es.scribd.com/document/199485297/Una-Interpret-Intercult-Esc-Elba-Gigante>
- Hervas, A. (2015). Experiencias de educación superior intercultural en la provincia de Chimborazo. *Caso del centro superior de sabiduría ancestral y nueva conciencia Jatun Yachay Wasi, año 2014*. *Universidad Politécnica Saleciana*: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9900/1/QTo7589.pdf>
- Illicachi, J. (2014). Desarrollo, educación y cosmovisión: una mirada desde la cosmovisión

andina. *Redalyc* :
<https://www.redalyc.org/pdf/4761/476147261002.pdf>

Iño, W. (2018). Universidad pública e interculturalidad en Bolivia: normativas, políticas y programas de admisión (1995-2015). *Redalyc.org*:
<https://www.redalyc.org/journal/340/34060766004/html/>

Jameson, F., y Zizek, S. (1998). Estudio culturales. Reflexiones sobre el multiculturalismo. *Universidad Nacional de Plata*:
<http://www.medicinayarte.com/img/jameson-zizek-estudios-culturales-reflexiones-sobre-el-multiculturalismo.pdf>

Kowii, I. (2017). El Tinkuy kichwa: violencia ritual y mecanismo cultural. *Repositorio de la Universidad Andina Simón Bolívar*:
<https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5883/1/T2450-MEC-Kowii-El%20Tinkuy.pdf>

López, M. (2014). Fragmentación entre ciencia y humanismo: *en la universidad contemporánea*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2014.0022.17>

Mato, D. (2008). Diversidad cultural e intercultural en educación superior. *FLACSO*:
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/112589-opac>

Mignolo, W. (2013). De la Hermeneutica y la semiosis colonial al pensar descolonial. *Abya Yala*.
https://monoskop.org/images/6/6e/Mignolo_Walter_De_la_hermeneutica_y_la_semiosis_colonial_al_pensar_descolonial_2a_ed_2013.pdf

Ministerio de Educación Nacional MEN. (2013). Sistema Colombiano de Formación de Educadores y Lineamientos de Políticas. *Ministerio de educación Nacional de Colombia*:

https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-345485_anexo1.pdf

Molina, A. et al. (2014). Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias. *Doctorado Interinstitucional en Educación*: https://die.udistrital.edu.co/sites/default/files/doctorado_ud/publicaciones/concepciones_de_los_profesores_sobre_el_fenomeno_de_la_diversidad_cultural_y_sus_implicaciones_en_la_ensenanza_de_las_ciencias.pdf

Molina, A., y Utges, G. (2011). Diversidad cultural, concepciones de los profesores y los ámbitos de sus prácticas. *Dos estudios de caso. Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba*: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/8168/9047>

MOSEIB. (2014). Modelo del Sistema de Educación Intercultural Bilingüe. *Ministerio de Educación*: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/MOSEIB.pdf>

Muñoz, G., y Sicard, A. (2021). El aula viva, un ambiente de diálogo intercultural desde los saberes ancestrales con la Universidad Pública Colombiana en el siglo XXI. Relatos entramados por múltiples territorios de sabiduría. *Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Educación*: <http://repositorio.unae.edu.ec/bitstream/56000/2119/1/Memorias-de-simposio-81-92.pdf>

Ocampo, J. (2008). Paulo Freire y la Pedagogía del Oprimido. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*: <https://www.redalyc.org/pdf/869/86901005.pdf>

Ollé, P. (2009). Para leer a Aimé Césaire. *La Jornada*: <https://www.jornada.com.mx/2009/04/26/opi>

nion/a06a1cul#:~:text=Una%20civilizaci%C3%B3n%20que%20se%20muestra,cruciales%20es%20una%20civilizaci%C3%B3n%20enferma.

- Ortiz A., et al. (2022). Metanarrativa y pensamiento andino: el debate de la sustentabilidad en el Diseño. *Facultad de Diseño y Comunicación*: <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/8872>
- Rojas, C., y Aguirre, S. (2015). La formación investigativa en la educación superior en América Latina y el Caribe: Una aproximación a su Estado del Arte. *Revista Eleuthera*: <https://www.redalyc.org/pdf/5859/585961404011.pdf>
- Santos, B. (2022). Las ecologías de saberes. *CLACSO*: <https://www.jstor.org/stable/j.ctvt6rmq3.9>
- Tintaya, P. (2003). Utopías e interculturalidad: Motivación en niños Aymaras. *Universidad Católica Bolivariana*: <https://www.bibvirtual.ucb.edu.bo/opac/Record/214810>
- UEC. (2013). Observatorio Latinoamericano de Derechos Humanos y Empresas. *Universidad Externado de Colombia*: <https://www.uexternado.edu.co/observatorio-latinoamericano-de-derechos-humanos-y-empresas/etni-co-voces-para-las-comunidades-2/saberes-ancestrales/#:~:text=Los%20saberes%20ancestrales%20o%20tradicionales,Son%20su%20forma%20de%20vivir.>
- Uribe, M. (2019). Saberes ancestrales y tradicionales vinculados a la práctica pedagógica desde un enfoque intercultural: *un estudio realizado con profesores de ciencias en formación inicial*. <https://doi.org/https://doi.org/10.36737/01230425.v2.n37.2019.2148>

- Velásquez, M., y Argueta, A. (2013). Interculturalidad y Educación Superior: conocimientos, saberes y enseñanza. *Derechos Intelectuales*: <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/2017/micrositio/articulos-tecnicos/dialogo-de-saberes.pdf>
- Walsh, C. (2012). Interculturalidad y (de) colonialidad: Perspectivas críticas y políticas. *Universidad Andina Simon Bolivar*: <https://periodicos.unoesc.edu.br/visaoglobal/article/view/3412/1511>
- Zimmermann, K. (1997). Modos de interculturalidad en la educación bilingüe. Reflexiones acerca del caso de Guatemala. *Organización de Estados Iberoamericanos*: <https://rieoei.org/RIE/article/view/1139/2155>

Visión Artificial para la Detección y Reconocimiento de Patrones en la vigilancia de entornos

Freddy Robalino

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de, Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial, Ambato, Ecuador, frobalino@uta.edu.ec

Gabriel López

Universidad Técnica de Ambato, Facultad de, Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial
Ambato, Ecuador

Introducción

La tecnología permanece en constante desarrollo en varios ámbitos de la sociedad, particularmente en lo relacionado a lo computacional. Uno de los aspectos que ha ido tomando mayor tendencia en cuanto a su uso, ha sido la denominada visión artificial, que surge como una interrogante dentro de la comunidad científica, al plantearse la posibilidad de enseñar a las computadoras a realizar tareas comúnmente ejecutadas por los seres humanos; como: analizar información visual del entorno (Sanabria & Archila, 2011). Por lo que, el objetivo de esta disciplina, es lograr generar nuevos sistemas inteligentes, con la capacidad de decisión autónoma sobre distintas actividades en la vida cotidiana y en el campo industrial. A nivel mundial, la visión artificial presenta un sinnúmero de aplicaciones, entre las que se destacan: automatización de procesos industriales, selección de contenidos, sistemas de monitorización y control; así como la localización de objetos o personas. Adicional a aquello, esta disciplina ha sido considerada como un tema que fomenta la actividad de investigación en la comunidad científica referente a diversas disciplinas.

En América Latina y particularmente en Ecuador, la visión artificial es empleada mayormente en aplicaciones de control de calidad y de procesos

industriales, pocos sistemas están orientados a la vigilancia, ya que existe un amplio uso de circuitos cerrados de televisión (CCTV), los cuales son supervisados por uno/varios vigilantes en una única sala durante varias horas seguidas. Razón por la cual, la probabilidad de ocurrencia de situaciones peligrosas es alta, al no proveer un nivel adecuado de control y procesamiento de imágenes.

Al vincular la tecnología con los sistemas de seguridad en las organizaciones, se promueve el uso de técnicas y conocimientos, para buscar una solución a un problema real, como lo es la inseguridad, que en muchos casos ocasiona pérdidas económicas a las víctimas y en el peor éstos, afecta a su integridad.

Razón por la cual, el sistema propuesto busca la localización y detección de individuos en ambientes no controlados o de difícil acceso; de forma automática, a través del reconocimiento de patrones. Para ello se basa en el uso de algoritmos de procesamiento digital de imágenes, las cuales son obtenidas por cámaras de vigilancia en tiempo real.

Presentación del problema u objetivo

En la actualidad, los sistemas de seguridad de video vigilancia basados en cámaras de tipo analógicas; generalmente, se encuentran conectadas a un grupo de monitores, a su vez presentan una dependencia considerable de los operarios, teniendo como principal inconveniente el índice de atención visual, el cual no supera los 45 minutos, dado que el vigilante debe observar varias situaciones al mismo tiempo durante varias horas, resulta agotador y la probabilidad de que suceda un evento inoportuno es muy alta, provocando una pérdida de eficiencia en el monitoreo a largo plazo.

Ecuador avanza en el desarrollo tecnológico en muchas áreas, sin embargo, los sistemas de seguridad con Visión Artificial son poco o nada diseñados o

implementados, debido a que en el país aún se operan sistemas de seguridad con los CCTV.

Es por eso que el sistema inteligente al ser orientado a la vigilancia, cumple con varias características como son la inteligencia, la cual emplea el reconocimiento de patrones de las personas, y al detectarlas, envía una alerta hacia el móvil por medio de una llamada o mensaje. Las reglas de actuación que interpretan las imágenes adquiridas dentro del sistema son dos, por un lado se tiene la sistematización, que es la correlación entre las partes del sistema que permiten un desempeño óptimo. Por otro lado, se encuentra la robustez, la cual dentro de la investigación se caracteriza por tener una extracción insensible al ruido de captura e iluminación.

Arquitectura del Sistema Inteligente

El sistema propuesto al ser de tipo inteligente tiene como objetivo integrar elementos del entorno con redes de comunicaciones, y de esta manera, lograr un procesamiento de información que ayude a poseer un control eficaz sobre situaciones en específico como la detección de individuos por su contorno. Para ello, el sistema inteligente de reconocimiento se divide en diferentes subprocesos que se comunican entre sí. El primer paso de este sistema se basa en que para detectar algún objeto, va a actuar de manera continua haciendo captura de los frame rate; es decir, la tasa de fotogramas por segundo, y mediante ello establece si existe o no presencia de individuos. Sin embargo, para que lo expuesto previamente sea más comprensible, es posible desarrollar dicho proceso de forma estable, a través de la arquitectura que se muestra en la siguiente figura.

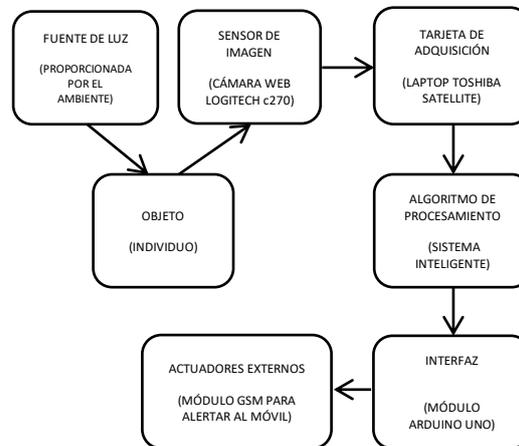


Figura 1. Arquitectura del Sistema Inteligente propuesto

Para explicar el funcionamiento de la arquitectura, se describen las etapas que conllevan al reconocimiento de patrones y alerta automática.

Fuente de luz

Su función dentro del sistema es posibilitar la extracción del contorno de los individuos. Para llevar a cabo un mejor desempeño del sistema, la fuente de luz debe ser uniforme e independiente del entorno donde sea implementado. Aquello permite la adquisición de datos adecuados para las condiciones no muy favorables como situaciones de poca luz y ruido a las que se enfrentan los sistemas de vigilancia al estar expuestos a ambientes abiertos o a ambientes reducidos; así como también al constante movimiento de las personas.

Sensor de Imagen (Cámara)

El empleo de una cámara de alta calidad es esencial para el correcto desempeño del sistema, por el motivo que esta se encarga de proveer más información del entorno. Ganiyu (2020) afirma que, el sensor de la

cámara tiene como función convertir la escena visible formada por la lente, en una señal eléctrica apta para su posterior procesamiento (p.62). Por ello, si esta entrega imágenes con demasiado ruido, es decir, con variaciones de brillo, color, entre otros; el proceso de reconocimiento será propenso a cometer errores.

Un factor que influye directamente en ello, es el tipo de cámara, ya que este, sugiere la calidad de las imágenes recibidas para monitoreo o grabación. En este proyecto se usa la cámara Logitech C270, sus características se describen en la siguiente tabla.

Tabla 13 *Parámetros de la cámara web Logitech C270*

Parámetro	Descripción
Condiciones de iluminación	Corrección de iluminación automática
Campo de visión	Campo visual diagonal (dFoV) de 55°
Resolución Máxima	1280 x 720p/30 fps en pantalla panorámica
Tipo de Enfoque	Foco fijo
Compatibilidad	Compatible con plataformas populares, incluyendo Skype y Zoom.
Micrófono	Micrófono integrado con reducción de ruido por software.
Resolución de fotos instantáneas.	3 megapíxeles

Estructura de Anclaje	Clip universal para monitores LCD, CRT o portátiles
Puerto de comunicación	Puerto USB 1.1 / 2.0
Velocidad de Carga	1 Mbps o superior
Sensor	CCD - Charge Coupled Device

Elaborado por: Gabriel López

Fuente: Logitech International S.A. [6]

A pesar de que existen varios parámetros para optimizar el funcionamiento del sensor de imagen, la resolución tiene mayor influencia ya que repercute directamente en la calidad de la imagen, ésta hace referencia a la cantidad de pixeles que se utiliza para la construcción de la imagen. Por lo que mientras mayor sea la resolución, la cámara captará más cantidad de detalles. En el sistema, la cámara que se utiliza posee una resolución de alta definición (HD) de 1280x720.

Sistema de adquisición (Tarjeta Gráfica)

En este caso, el sistema de adquisición se lo realiza por medio de la tarjeta gráfica de un computador. Básicamente en esta etapa la tarjeta captura las imágenes de video ingresadas por dispositivos de entrada (cámara) y así convertirlas a una señal digital para su posterior procesamiento; además, se aplican filtros para eliminar el desenfoco de movimiento, ruido; con el objeto de mejorar la extracción de información de las imágenes adquiridas. Un aspecto importante a tener en cuenta es que, la velocidad de transmisión y la captura de disparos de la tarjeta gráfica debe ser alta; al igual que, la velocidad de transferencia desde su memoria hasta la memoria del

computador; de modo que, no exista retardos y el sistema de vigilancia funcione en tiempo real.

Procesamiento digital de Imágenes (PDI)

En esta etapa ocurre el tratamiento de imágenes mediante software, un aspecto importante del PDI es que las imágenes con las que se trabaja, no provienen únicamente del censado de luz visible, es decir de la región del espectro electromagnético en la cual el ojo humano es capaz de percibir colores; sino que también las imágenes pueden provenir del censado de cualquier área del espectro; por ello es necesario, el empleo de una cámara con gran sensibilidad y que sea capaz de captar imágenes con poca luz incidente.

Interfaz

Durante este proceso se realiza la comunicación entre el software del sistema, el cual se encarga de detectar los patrones y el módulo Arduino ATmega16U2 que en conjunto con el módulo GSM SIM 908, tienen el objetivo de entregar de manera inmediata la alerta automática.

Actuadores Externos

Finalmente, al detectar la presencia de un individuo, se envía la orden de alerta al actuador externo, para que este realice la llamada y envío de un mensaje de texto. En este caso, se utiliza el método de alerta al móvil, por el hecho de que, resulta más efectivo al tratarse de un sistema de vigilancia remoto y su respuesta es inmediata. Cabe destacar que, para ello es necesario un módulo GSM SIM 908, cuya función es realizar una llamada o enviar un SMS al detectar un posible intruso.

La metodología utilizada para este trabajo investigativo posee un enfoque experimental ya que se realizan pruebas de funcionamiento. En cuanto al

modo de operación del sistema, está representado en el diagrama de bloques que se muestra a continuación.

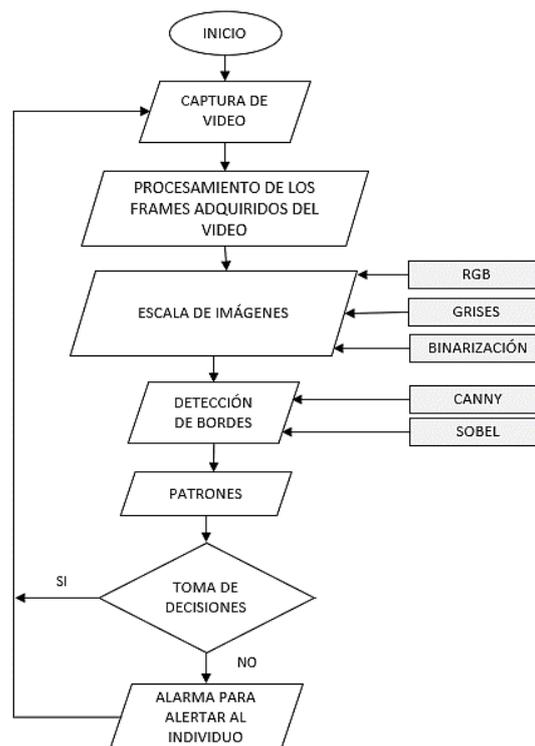


Figura 2. Metodología empleada en el Sistema Inteligente propuesto

Reconocimiento de patrones

El sistema inteligente se basa en el reconocimiento del contorno de las personas, este no es un objeto rígido y dinámico con una gran diversidad en su estructura ósea, debido a múltiples factores que posee el cuerpo humano como: la iluminación (contraste y la sombra) y otras características corporales (extremidades del cuerpo).

Las características necesarias del sistema para el reconocimiento de patrones se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Características del sistema para el reconocimiento de patrones*

Características	Descripción
Ser robustos	Extracción insensible al ruido
Discriminantes (clasificación)	Distinguen objetos de clases distintas
Códigos de cadena	Representa mediante un código incremental la frontera
Sensibilidad al ruido	Se sub muestrea la frontera
Invariancia a rotación	Determina un punto inicial que pueda ser detectado en el objeto rotado
Invariancia a traslación	Es inmediata
Invariancia a escalado	Depende del sub muestreo de la frontera
Invariancia a deformaciones	No existe en general
Capacidad discriminante	Exige métodos eficientes de clasificación de secuencia

Elaborado por: Gabriel López

Las etapas del proceso de reconocimiento de patrones se describen en la siguiente sección.

Proceso para el Reconocimiento de Patrones

La arquitectura del reconocimiento de patrones para el sistema inteligente se constituye de tres fases principales que son: visión artificial, pre-procesamiento y procesamiento de imagen, las mismas que se detallan a continuación:

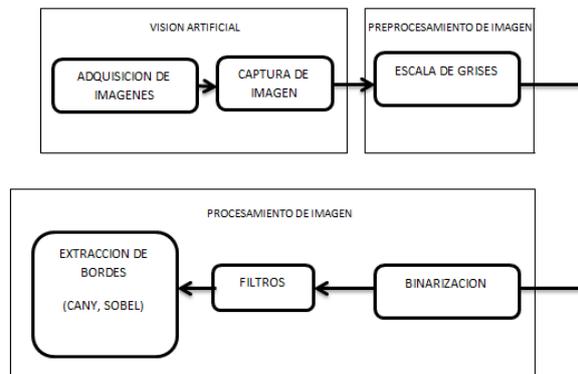


Figura 3. Arquitectura del sistema de reconocimiento de patrones.

Fase de Visión Artificial

- Las imágenes pueden ser adquiridas tanto en videos en tiempo real como en videos previamente grabados no controlados, los cuales se encuentran ligados estrechamente con el concepto de iluminación.
- La adquisición de las imágenes se las realiza en un intervalo de 2 fotogramas por segundo (fps), lo que permite al sistema obtener una mayor exactitud en la detección de individuos.

Pre-procesamiento de imagen

- En el escalado de grises se consideró los valores de intensidad presentes de cada píxel que fueron desde 0 a 255, asignado el valor de 255, como el nivel más claro y 0 como el nivel más oscuro. Estos valores fueron variando en dependencia del horario. La configuración realizada facilita el procesamiento al trabajar solo con dos escalas de colores.

Procesamiento de imagen

- Para poder reducir la información de las imágenes, se realizó un proceso de binarización, convirtiendo las imágenes de escala de grises, a blanco y negro, de esta manera, la información de la imagen se reduce a dos posibles valores, 1 para blanco y 0 para negro; con esta reducción, se facilita la segmentación de imágenes en regiones de partículas y regiones de fondo.
 - La etapa de filtrado sirve para eliminar la información no deseada de la imagen binaria resultante, se emplea el filtro máximo que cumple la función de ensanchar y adelgazar las zonas claras y oscuras respectivamente; por otro lado, el filtro mínimo realiza lo contrario a la función del máximo; y el filtro medio cumple la función de homogenizar los píxeles de la imagen, éste solo es necesario cuando existe la presencia de ruido aleatorio.
- La fase de sustracción del Background consiste en la comparación de cada uno de los frames del video de una secuencia de imágenes con el frame inicial u otro que se escoja a conveniencia, de tal forma que, en el video resultante, los elementos que permanezcan constantes se observen de color negro, y los que han cambiado, de blanco o viceversa. Este modelo se basa en la detección por regiones.

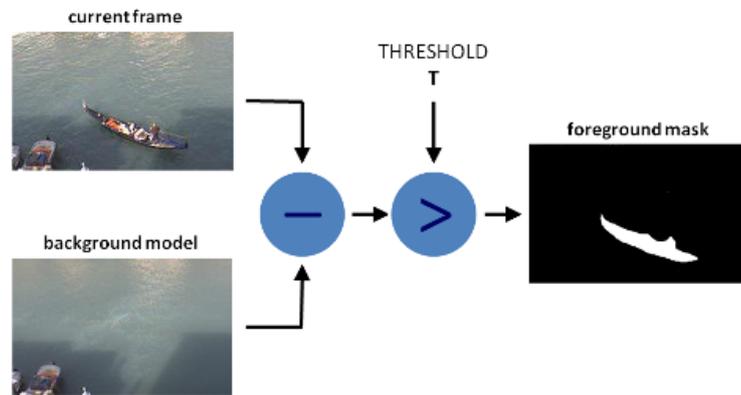


Figura 4. Sustracción del Background

Algoritmos Empleados

Las herramientas utilizadas son MATLAB y OpenCv, ya que estos en conjunto poseen la capacidad de manipular matrices que contienen información sobre la imagen adquirida, haciéndolos ideales para el procesamiento digital de imágenes, que es lo que se necesita para este proyecto.

El uso de estas dos herramientas permite comparar el rendimiento de un software con licencia frente a un software libre.

Cabe destacar que, para cada una de las etapas, ambas herramientas tienen comandos determinados.

Para la captura de video se emplean adaptadores de hardware para conectar los dispositivos a través de los drivers. En este proceso se obtendrá una matriz 2D de valores conocida como imagen digital.

Tanto para Matlab como para OpenCV se debe, en primera instancia, crear un objeto de entrada de video, el cual representa la conexión entre el dispositivo y el software. A pesar de que presentan el mismo principio, OpenCV tiene un mejor desempeño ya que es posible trabajar con una cámara interna o externa y el software se encargará de detectar automáticamente las características del dispositivo conectado. En el caso de

Matlab, se debe declarar la cámara a emplear y el puerto donde ésta se encuentra conectada junto con sus características para el correcto funcionamiento.

Los comandos que se utilizan para la captura de video se describen en la Tabla 3:

Tabla 3. Comandos para la captura de video

Matlab	
Código para adquirir video	Descripción
<code>vid = videoinput('winvideo', puerto al que se encuentra conectado el dispositivo, 'resolución de la cámara');</code>	Evento que se ejecuta para la detección de cámara
Código para capturar imagen	Descripción
<ul style="list-style-type: none"> • <code>[nombre, ruta]=uigetfile('*.formato del video', 'seleccione el video formato');</code> • <code>handles.xyloObj = VideoReader(fullfile(ruta, nombre));</code> • <code>axes(handles.axes2)</code> 	Evento que se ejecuta para la reproducción del video en cualquier formato en el primer caso y para cámara en tiempo real en el segundo caso
En OpenCV	
Código para adquirir video	Descripción
<code>videoCapture Nombre(Flag)</code>	Evento que se ejecuta para la detección de

<pre>videoCapture.open("nombre. Formato video");</pre>	<p>cámara si el flag es 0 se trabajara con la cámara interna y si el flag es 1 se trabajara con una cama externa.</p> <p>Evento para reproducir videos almacenados</p>
--	--

Elaborado por: Gabriel López

Fuente: OpenCV, Mathworks

Para el procesamiento digital de imágenes en Matlab y OpenCV se utilizaron los siguientes comandos:

Tabla 4. *Comandos para el procesamiento digital de imágenes.*

Matlab	
Códigos empleados en el procesamiento	Descripción
<pre>nombre=rgb2gray(imagen nombre); lavel=graythresh(imagen nombre); intensidad=lavel*255 BW=im2bw(I1,lavel);</pre>	<p>Evento que se ejecuta para la conversión de colores a grises</p> <p>Evento que se ejecuta para la conversión de grises a imagen binaria</p>
OpenCV	

Códigos empleados en el procesamiento	Descripción
<pre>morphologyEx(mascara, binaryImg, CV_MOP_CLOSE, element); Mat imgDifference = binaryImg.clone(); threshold(imgDifference, imgThresh, 30, 255.0, CV_THRESH_BINARY);</pre>	Evento que convierte la imagen capturada a imagen binarizada esta función es parte de la declaración del MOG la cual es una función empleada en el bakground

Elaborado por: Gabriel López

Fuente: OpenCV, Mathworks

A continuación, se muestra una comparativa entre el escalado de grises utilizando las herramientas de Matlab y OpenCv.



Figura 5. Escalado de grises en Matlab



Figura 6. Escalado de grises en OpenCv

La etapa de detección de fondo es en donde se encuentra una gran diferencia entre las dos herramientas ya que en Matlab se utiliza el detector de

bordes Canny, una vez detectados los bordes se realiza la convolución entre la imagen adquirida como escena de fondo y la imagen actual para distinguir cuales son los objetos en movimiento; por lo cual, es recomendable emplear imágenes con el mínimo ruido posible para evitar errores.

En cambio, en OpenCV se utiliza la función MOG la cual tiene una amplia ventaja sobre Matlab ya que se puede escoger si se quiere realizar un aprendizaje automático de la escena de fondo, de igual manera se realiza el análisis de manchas (blob) función que agrupa los objetos en movimiento, permitiendo una mayor facilidad de procesamiento y una mayor ventaja en los procesos de filtrado. A continuación, se describen los comandos empleados para esta etapa:

Tabla 5. Comandos empleados en el background.

Matlab	
Códigos empleados en el background	Descripción
<code>cp1=convn(imcopy,mP1);</code> <code>cp2=convn(imcopy,mP2);</code> <code>cp3=max(cp1,cp2);</code> <code>cp3=uint8(cp3);</code> <code>imcopy=uint8(imcopy);</code>	Evento en el cual se realiza la convolución de la imagen almacenada con la imagen actual para mediante esto detectar si existen variaciones entre ambas imágenes
OpenCV	
Códigos empleados en el background	Descripción

<code>MOG2 >operator()(imagen, mascara, -1);</code>	-	Evento en el cual se realiza la comparación de imágenes de la almacenada con la actual cabe recalcar que dentro de esta función se encuentra la binarización
--	---	--

Elaborado por: Gabriel López

Fuente: OpenCV, Mathworks

A continuación, se muestra una comparativa de la detección de fondo utilizando las herramientas de Matlab y OpenCv.



Figura 7. Detección de fondo en Matlab



Figura 8. Detección de fondo en OpenCv

En la fase de detección de bordes, en Matlab las funciones de bordes más eficientes son Sobel y Canny; por un lado, Sobel detecta bordes en aquellos puntos donde el degradado de la imagen es máximo. Mientras que Canny, encuentra bordes buscando el máximo local del gradiente de la imagen binaria. En OpenCV, se emplea el análisis de manchas (blob), el cual en conjunto con la función MOG proporciona los bordes de los objetos en movimiento, permitiendo así un mejor desempeño ya que el análisis se centraría en las manchas creadas en cada región dentro de las imágenes y no en toda la imagen como la hace Matlab.

Tabla 6. Comandos empleados en la detección de bordes

Matlab	
Códigos empleados en el borde	Descripción
[I3=edge(imcopy,'canny');	Extracción de bordes con el método Canny o

<code>BWs =edge(I,'sobel', threshold * fudgeFactor);</code>	sobel en tiempo real.
OpenCV	
Códigos empleados en el borde	Descripción
<code>MOG2 >operator()(imagen, mascara, -1);</code>	- Evento en el cual se realiza la extracción de bordes

Elaborado por: Gabriel López

Fuente: OpenCV, Mathworks

Las siguientes figuras muestran una comparativa de la detección de bordes utilizando las herramientas de Matlab y OpenCv.

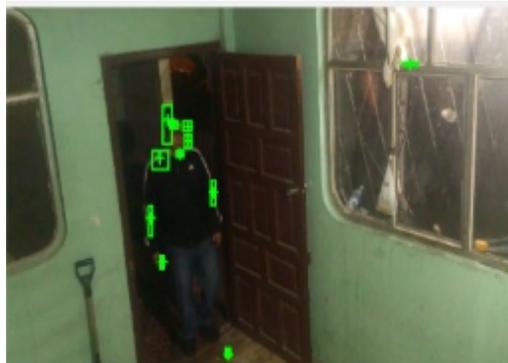


Figura 9. Detección de bordes en Matlab

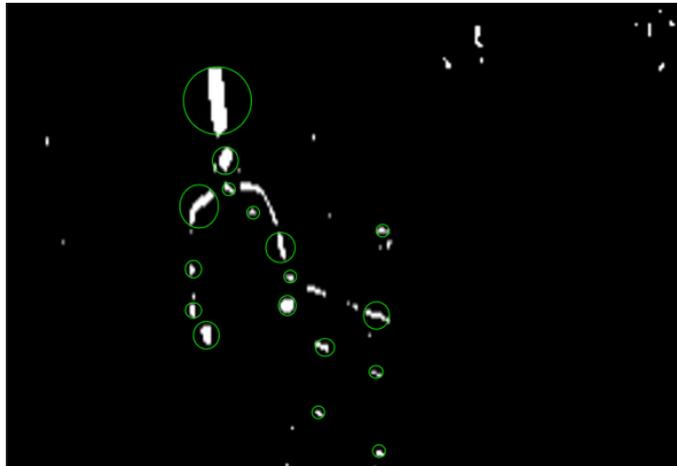


Figura 10. Detección de bordes en OpenCv

El sistema de vigilancia inteligente presentado, una vez que realiza la identificación de personas en un punto determinado del entorno; busca volver a identificarla; es decir le da un seguimiento durante su estancia en el campo de visión de la cámara.

Para ello, tanto en Matlab como en OpenCV toman en cuenta el centro de gravedad de las personas; en donde se dibujó un cuadro alrededor de ellas con el fin de diferenciar los demás objetos que se encuentran en movimiento en la escena, como pueden ser animales, etc.

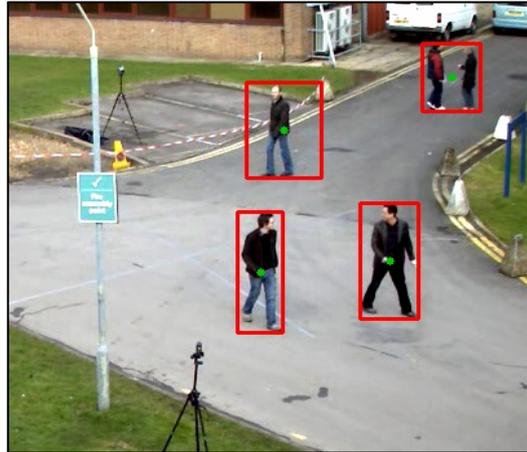


Figura 11. Seguimiento de personas

Entorno del Sistema Inteligente

Se diseñó una interfaz amigable para el usuario, que facilite al máximo la transmisión de información tanto de control como de visualización del sistema por medio de botones, etiquetas y planos de dos dimensiones, estos últimos sirven para la visualización de video e imágenes.

La figura 12 muestra el entorno gráfico del sistema inteligente.



Figura 12. Entorno gráfico del sistema inteligente.

Los dos planos construidos proyectan imágenes distintas, el plano izquierdo sirve para visualizar la

detección del parámetro corporal de las personas, mientras que el plano derecho sirve para visualizar la detección de los contornos de éstas.

Discusión

OpenCV presenta un mejor desempeño sobre Matlab según varios factores como:

- Las etapas de escalado de imágenes se encuentran dentro de las funciones de Background lo que permite que el desempeño y el tiempo de respuesta sea mejor en el momento de procesamiento, ya que todo forma parte de una misma función dando oportunidad a elegir si se quiere que el aprendizaje de los elementos de fondo sea automático o por capturas previas, mientras que, en Matlab cada función es independiente; por lo cual el código de programación es más extenso; adicional a esto, es necesario prestar atención a cada etapa de filtrado para eliminar el ruido que se encuentra en las imágenes.
- En la detección de contornos en OpenCV, al recurrir al uso de la función blob permite agrupar todos los objetos en movimiento por secciones, para facilitar el análisis de los datos ayudando a que la calidad de la imagen y los procesos de filtrado no sean demasiado estrictos al identificar los objetos en movimiento; lo cual provoca que no sea necesario el empleo de cámaras de alta resolución para un funcionamiento óptimo.
- OpenCV al ser una librería dedicada exclusivamente al desarrollo de visión artificial y procesamiento de imágenes, posee funciones con mayor exactitud; además que el manejo de brillo y contraste de las imágenes puede ser variable en tiempo real sin provocar retardo en el programa.

Se realizó pruebas de funcionamiento con el objeto de verificar la eficacia y veracidad del sistema en el reconocimiento del contorno, a través de la toma de 10

capturas. Cabe destacar que, estas se llevaron a cabo en dos sesiones; durante el día en el horario de 8 am a 5 pm y durante la noche de 9 p.m. hasta 11p.m, procurando de esta manera que, el sistema se encuentre activo la mayor parte del tiempo.

A continuación, es posible observar algunas de las capturas obtenidas del sistema en la jornada matutina y diurna, en donde se representa la imagen de salida con la detección de las personas sometidas a las pruebas (fotografía izquierda) así como la imagen donde se aprecia la detección de los contornos de estas en el procesamiento de los frames del video (fotografía derecha) utilizando las dos herramientas, Matlab y OpenCv.



Figura 13. Detección de Objetos en el día con Matlab



Figura 14. Detección de Objetos en el día con
OpenCv



Figura 15. Detección de Objetos en la noche
con Matlab.



Figura 16. Detección de Objetos en la noche con
OpenCv.

Complementariamente a las pruebas del sistema, se realizó una verificación basada en el diagrama de flujo de este, con el objeto de poder establecer porcentajes de operatividad de los distintos procesos que rigen al sistema de reconocimiento. A continuación, se resume la verificación basada en la operatividad con las herramientas Matlab y OpenCv en las tablas 8 y 9 respectivamente.

Tabla 8. Verificación basada en la operatividad con
Matlab

PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES			
Nombre		Basada en el uso	
Realizada por		Programador	
Descripción		Verificar el uso y el entorno de trabajo del sistema	
Nro .	Categoría	Respuesta esperada del sistema	Perfil operacion al
1	Visión Artificial	Captura y visualización de video	88%
2		Extracción de bordes y contornos	85%
3		Segmentación	93%
4		Detección y reconocimiento de patrones	90%
5	Comunicación inalámbrica	Sistema de alerta automática	100%

Elaborado por: Gabriel López

Tabla 9. Verificación basada en la operatividad con OpenCv

PRUEBAS DE RECONOCIMIENTO DE PATRONES			
Nombre		Basada en el uso	
Realizada por		Programador	
Descripción		Verificar el uso y el entorno de trabajo del sistema	
Nro .	Categoría	Respuesta esperada del sistema	Perfil operacional
1	Visión Artificial	Captura y visualización de video	95%
2		Extracción de bordes y contornos	95%
3		Segmentación	95%
4		Detección y reconocimiento de patrones	98%
5	Comunicación inalámbrica	Sistema de alerta automática	100%

Elaborado por: Gabriel López

La verificación del sistema inteligente basada en la

operatividad, evidencia resultados promedio de 93.6% con Matlab y 96.6% con OpenCv entre todos los procesos relacionados a la visión artificial y comunicación inalámbrica que conforman al sistema.

Con el uso de los módulos Arduino con puerto USB, se evita una interrupción o un corte en la transferencia de datos durante el proceso.

Adicionalmente, en lo que respecta al método de gestión de alerta automática, la utilización de la tarjeta de desarrollo Arduino UNO y módulo GSM SIM 908 fue eficaz por el hecho de que, una vez detectado algún patrón de los individuos de prueba, la orden de alerta se entrega de forma inmediata.

Finalmente, con relación al desempeño del sistema, durante las horas de la mañana no se presentaron errores considerables en la captura de los frames rates, mientras que en la noche se tuvo mayor ruido con respecto a las pruebas realizadas en la mañana; sin embargo, gracias al énfasis puesto en el filtrado de imágenes este pudo ser controlado y no repercutir en resultados erróneos.

CONCLUSIONES

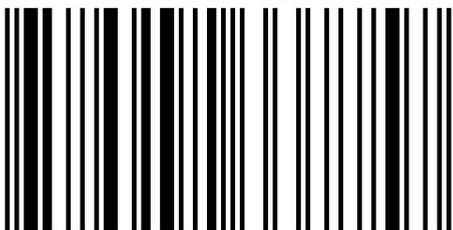
La detección y el reconocimiento de patrones del sistema inteligente ha sido correcto en todos los casos experimentados, obteniendo un acierto del 93.6% con Matlab y 96.6% con OpenCv en un intervalo aproximado de 2 a 3 segundos de tiempo de respuesta. En condiciones de baja iluminación, el software del sistema propuesto en una versión futura podría compensar dicha situación utilizando el algoritmo de conversión de colores a modo negativo. Los algoritmos de procesamiento de fotogramas en movimiento, en conjunto con los métodos de extracción de bordes Sobel y Canny en Matlab y MOG y blob en OpenCv, cooperan para el alto porcentaje de operatividad, especialmente los de filtrado de imágenes y corrección

de píxeles, algoritmos que cooperan en mayor magnitud. El sistema inteligente consigue un pre-procesado y procesado de información eficiente por medio de la transformación en escala de grises a binaria, logrando facilitar el reconocimiento de patrones en ordenadores de nominales prestaciones.

REFERENCIAS

- Ganiyu, A. (2020). Design and Implementation of An Improved Digital Video Surveillance System. *Computer Engineering and Intelligent Systems (IISTE)*, 11(2), 60-67.
- Sanabria, J., & Archila, J. (2011). Detección y análisis de movimiento usando visión artificial. *Scientia Et Technica*, XVI(49), 180-188.
- Ameijeiras, D. (2020). Revisión de algoritmos de detección y seguimiento de objetos con redes profundas para videovigilancia inteligente. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, XIV(3), 165-195.
- Logitech. (2022). *Logitech.com*. Recuperado el 28 de Enero de 2022, de <https://www.logitech.com/es-roam/products/webcams/c270-hd-webcam.960-000947.html>

ISBN: 978-9942-33-775-7



9 789942 337757

compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec
compasacademico@icloud.com