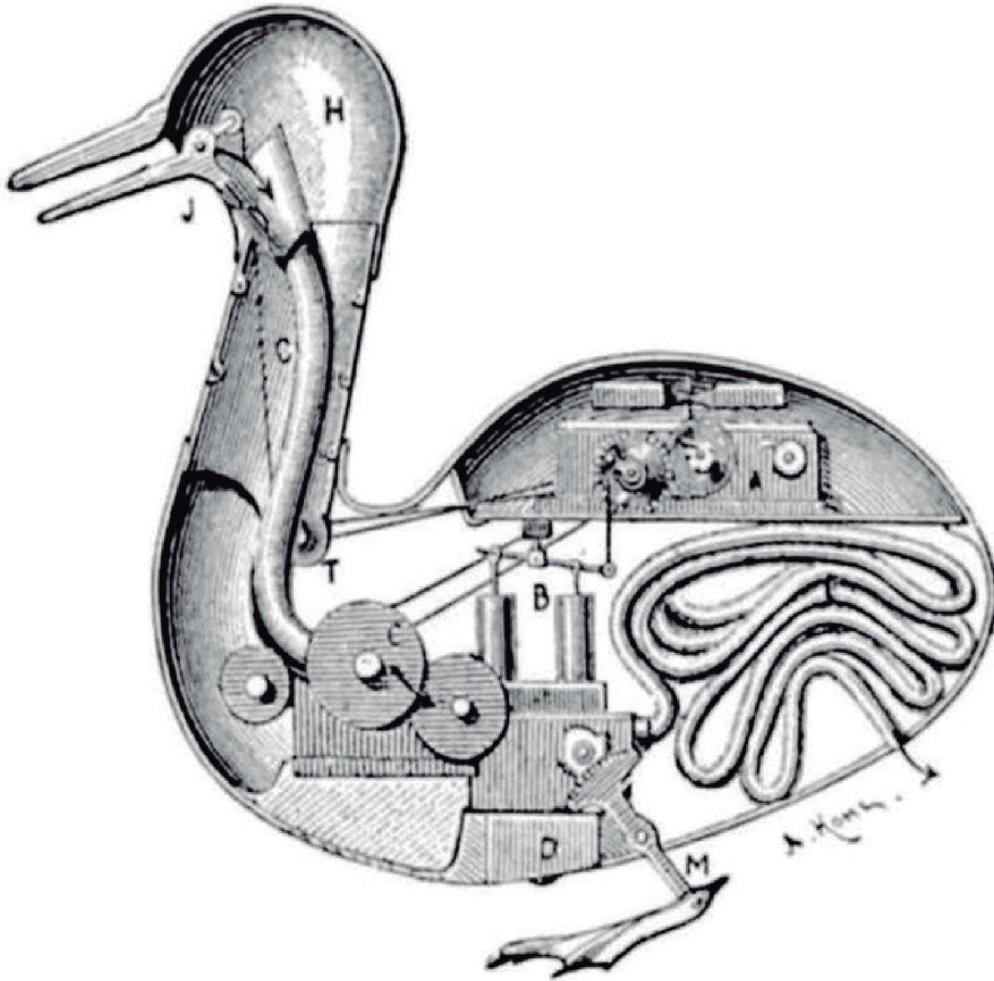


TOMO
I

II CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN TEINCO REVOLUCIÓN INDUSTRIAL 4.0



INTERIOR OF VAUCANSON'S AUTOMATIC DUCK

A, clockwork; B, pump; C, mill for grinding; F, intestinal tube; J, bill; H, head; M, feet

CONOCIMIENTO QUE TRANSFORMA A LAS COMUNIDADES

Objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. ONU 25 de septiembre de 2015

- Industria innovación e infraestructura
- Reducción de desigualdades
- Ciudades y comunidades sostenibles



TEINCO
Corporación Tecnológica
Industrial Colombiana

**CORPORACIÓN TECNOLÓGICA INDUSTRIAL
COLOMBIANA TEINCO**

William Fernando Sánchez Corredor
Rector

Ernesto Parra Herrera
Secretario General

Ferney Rodrigo Ortiz Jiménez
Representante del Consejo Directivo

Wilson Ferney Molano García
Vicerrectoría Académica

Yaneth Lucía Hernández Castellanos
Vicerrectoría de Gestión

Manuel Fernando García García
Dirección de la División de Investigación Tecnológica
Aplicada DITA

Ferney Rodrigo Ortiz Jiménez
Wilson Ferney Molano García
Manuel Fernando García García
Luis Alejandro Parra Mora
Johanna Herrera Vargas
Nelson González Castro
Annie Rodríguez Collazos
Jhon Espinosa Velásquez
Comité Editorial

2019

Grupo editorial, diagramación y estilo:
Jhonatan Fernando Castro Garcia
Dayiry Tatiana Bedoya

La publicación de un libro otorga quizás el valor máspreciado para los investigadores, el cual es la gloria científica y el ascenso en la escala profesional, social y productiva de la educación superior en un mundo. Si en nuestro día logramos avances para la universidad, la investigación es uno de los pilares fundamentales para la generación de nuevos conocimientos e innovación, ambos conforman la infraestructura productiva social y científico tecnológica de las Instituciones de Educación Superior, como nuestra Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO, que busca generar aportes para el desarrollo humano, social y económico de sus estudiantes, maestros y la comunidad. Entendida la investigación como una actividad imprescindible para lograr una docencia de alta calidad, nos sentimos comprometidos a dar respuesta a la sociedad.

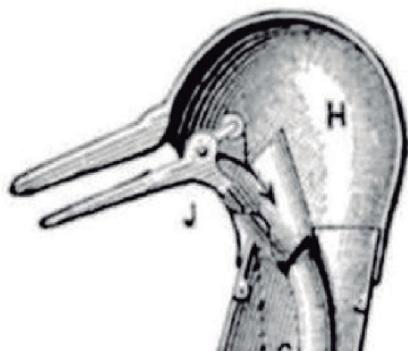
Resulta importante trabajar sobre una planificación seria, tarea conjunta de investigadores, directores de programas y maestros especializados, acorde a los lineamientos de las políticas internacionales, nacionales y de las establecidas al interior de la universidad. El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales en la ONU adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Es así que para el II Congreso Internacional de Investigaciones TEINCO Revolución Industrial 4.0 se adoptaron los objetivos 9. Industria innovación e infraestructura, 10. Reducción de desigualdades y 11. Ciudades y comunidades sostenibles.

Consecuencia de ello La División de Investigación Tecnológica Aplicada DITA vinculó al congreso los trabajos de investigación de las universidades nacionales e internacionales para dar a conocer los resultados científicos de los proyectos de prestigiosos investigadores que aparecen en la serie de seis tomos que conforman esta publicación, proyectos de aprovechamiento de la comunidad local e internacional.

Nuestra demanda responsabilidad, profesionalismo y respeto en el quehacer universitario, desde las aulas, los laboratorios y el mismo interés puesto en la investigación, deja sobradas pruebas en este congreso de investigación, que vivencian las acciones de universidades de Colombia, que constituyen un verdadero paradigma en la relación de la ciencia y las demandas sociales. No cabe duda que el surgimiento de la motivación para publicar nace de la concepción de trazar una línea vital para los investigadores, cuyos incentivos se plasmaron en estos tomos en las como reflejo del alma de las instituciones y de las personas que las conforman, al contar con un registro oficial y público de la investigación realizada.

Principalmente la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO se ve enriquecida con estas publicaciones, pero para los investigadores y sus propias almas mater, es de suma importancia difundir sus estudios realizados, ya que gran parte de sus acciones investigativas reciben reconocimiento de la sociedad de conocimiento y la comunidad en general a través de esta publicación. Publicar en los círculos de investigadores; refleja la necesidad de difundir inmediatamente los hallazgos para avanzar profesionalmente.

Manuel Fernando García García
Dirección División de Investigación Tecnológica Aplicada DITA
Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO.



CONTENIDO

1. La Robótica	7
2. Influencia del Producto Chocoramo en el Sistema Límbico Para la Toma de Decisiones	22
3. Herramienta de Gestión de Residuos Sólidos en el CDA de Altos de Cazucá	34
4. Uso del Análisis Wavelet para determinar la estabilidad en amputados transtibiales unilaterales	49
5. Impacto Climático en la calidad del café en el municipio de Toledo	66
6. Ecosistema emprendedor e a indústria 4.0 desenvolvido pelo Unipam	70

**CONOCIMIENTO QUE TRANSFORMA
A LAS COMUNIDADES**

Objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos. ONU 25 de septiembre de 2015

• Industria innovación e infraestructura • Reducción de desigualdades • Ciudades y comunidades sostenibles

La Robótica

Automatización, Ingeniería, Industria y Tecnología

Pedro Niño Sierra

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO, Bogotá, pedroninos@gmail.com

José Uriel Salazar Isaza

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO, Bogotá, jusisaza@gmail.com

William Frey Castelblanco Galindo

Estudiante de Ingeniería Mecatrónica, Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO, Bogotá, rocastelblack@gmail.com

Manuel Fernando García García

Director de Investigaciones, Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO, Bogotá, manuel.garcia@teinco.edu.co

Resumen

Desde el semillero de Robótica de Corporación Tecnológica Industrial colombiana (TEINCO), se direccionó un análisis documental de la historia de la robótica definida en este estudio en cuatro etapas: edad antigua, media, moderna y posmoderna. Por medio de un recuento de datos históricos encaminados a estructurar el concepto de que es y cómo entendemos la robótica actualmente y como desde sus inicios ha causado fascinación, respeto infundido desde el miedo para controlar a la humanidad. La etnografía fue la ruta metodológica, propia de la investigación social y humanística, se hizo apropiada para lograr esta historiografía, se realizó el estudio con un enfoque arqueológico documental, porque la revisión de documentos sobre los mecanismos, los robots y los autómatas, el análisis y la información no surgió de la cualidad misma de los objetos, sino el hecho de que estas están inscritas en determinadas prácticas sociales, en nuestro caso científicas, políticas y religiosas. Se procedió a hacer una revisión de su contenido, seleccionando y clasificados los mismos en diferentes categorías una matriz en el programa Excel donde se fueron registrando los componentes como: Año de publicación, autor y aporte de acuerdo a cada una de las categorías establecidas anteriormente. Finalizando en un análisis historiográfico de la robótica y el robot, que presentamos en este artículo.

Palabras claves: Robótica, historia, mecanismos, autómatas, sociedad

Abstract

From the Robotics research of the Colombian Industrial Technological Corporation (TEINCO), a documentary analysis of the history of robotics defined in this study was directed in four stages: old, middle, modern and postmodern age. Through a count of historical data aimed at structuring the concept of what it is and how we understand robotics today and how since its inception it has caused fascination, respect infused from fear to control humanity. Ethnography was the methodological route, typical of social and humanistic research, it became appropriate to achieve this historiography, the study was carried out with a documentary archaeological approach, because the review of documents on mechanisms, robots and automatons, the analysis and the information did not arise from the very quality of the objects, but the fact that they are inscribed in certain social practices, in our case scientific, political and religious. We proceeded to review its content, selecting and classifying them in different categories a matrix in the Excel program where the components were registered as: Year of publication, author and contribution according to each of the categories established above. Finishing in a historiographic analysis of robotics and robot, which we present in this article.

Keywords: Robotics, history, mechanisms, automatons, society

Introducción

La robótica ha aportado a la evolución de la sociedad en sus diferentes épocas, en ocasiones ha infundido miedo, en otras épocas ha llevado diversión, temor del ser humano a ser desplazado, temor a ser destruido, temor a perder el control, pero el mayor aporte ha

sido ayudar a la evolución social. La robótica, que ha estado en el imaginario colectivo desde épocas antiguas, porque se configuró para el dominio sociopolítico y cultural ejercido por las castas dominantes, valiéndose de seres inertes capaces de emular acciones humanas, para causar miedo y zozobra, con el fin de dominar a los integrantes de estos pueblos. La antigüedad es conocida por sus grandes aportes al desarrollo de seres animados por medio de sistemas mecánicos que ejercían un rol importante para la guerra y la diversión.

En esta época se empieza a sentir fascinación por los artefactos autómatas, estos artilugios con ciertos comportamientos humanoides causaban gran admiración, eran objeto de festejo para mostrar poderío y desde el punto de vista religioso tenían su función de dominación. La creación de la palanca, los piñones, el péndulo, dispositivos con los que se logra la construcción de autómatas que no necesitaban del accionar de un ser humano, recreaban con más naturalidad los movimientos y hasta se hacía creer que tenían un cierto grado de inteligencia.

La robótica da un giro contundente en su evolución, por la automatización implantada en la fábrica Ford en 1909, la cual tuvo grandes impactos sociales. Al finalizar la primera guerra mundial, de la mano de Karel Kapel (los robots de rossurum, 1920) aparece por primera vez la palabra robot en la literatura para la historia de la humanidad (Aguilar, 2016). Robot que, sin ser nombrado, en sus diferentes épocas, ha infundido miedo, en otras ha llevado diversión, temor del ser humano por ser desplazado, temor a ser destruido, temor a perder el control, pero la robótica ha aportado y ha sido definitiva en la construcción del paradigma de la evolución social y en la configuración de mundo en el siglo XXI.

La Historia de la Robótica que se desarrolló como proyecto del Semillero Robótica, está inscrito en una investigación correlacional, La etnografía fue la ruta metodológica, es propia de la investigación social y humanística, se hizo apropiada para lograr esta historiografía, ya que es una manera sistemática de poder observar y describir los grupos humanos desde sus prácticas culturales presentes y de las culturas desaparecidas o extintas,

por tanto, se realizó el estudio con un enfoque arqueológico documental, porque la revisión de documentos sobre los mecanismos, los robots y los autómatas, el análisis y la información no surgió de la cualidad misma de los objetos, sino el hecho de que estas están inscritas en determinadas prácticas sociales, en nuestro caso científicas, políticas y religiosas. Esta es también la arqueología documental de las prácticas culturales, como las prácticas guerreras en el caso de la historia griega, por ejemplo.

Este informe es el ejercicio metódico de hacer la contextualización del estudio y tener una valoración crítica de investigaciones previas al análisis documental sobre la robótica y la valoración analítica para la recolección de información sistemática de literatura sobre el tema.

La recolección de la información se realizó haciendo una búsqueda relevante y rigurosa en diferentes bases de datos reconocidas para garantizar la veracidad de la información utilizada. En primer lugar, se buscaron artículos relacionadas con la robótica en Google Scholar, posteriormente se procedió a hacer una revisión de su contenido, seleccionando y clasificados los mismos en diferentes categorías: 1) robótica y automatización, 2) robótica e ingeniería, 3) robótica e industria, 4) robótica y tecnología. De este primer filtro, se seleccionaron de acuerdo a cada categoría, luego estos fueron buscados en bases de datos como: Access engineering, Springer y IEEE Xplore. Una vez clasificada la literatura revisada, se elaboró una matriz en el programa Excel donde se fueron registrando los componentes como: Año de publicación, autor y aporte de acuerdo a cada una de las categorías establecidas anteriormente. Esta etapa de información permitió precisar hacia donde se había enfocado la investigación, como resultado del contenido de la mayoría de los artículos publicados.

Robótica antigua

Cuando se hace referencia al término “robot,” se hace un enlace sociocultural contemporáneo, es un término que evoca un entorno de modernidad de avance encuadrado en la era tecnológica actual. EL Robot tiene su historia y origen en las sociedades antiguas, donde se comenzó a estructurar la ciencia y la investigación. Los primeros artefactos autómatas eran estatuas que eran capaces de mover los brazos, lanzar fuego por la boca y los cuales se usaban en ferias para propósitos de entretenimiento.

Otro de los usos más notables fue el de infundir miedo o respeto por cierto rey o dios como fue el caso de la estatua de Nabis cuya anatomía era de mujer, tenía unos clavos en el pecho y brazos mecánicos que movía para abrazar mortalmente a quienes osaban contradecirlo. (National Geographic Channel, 2019)

En Egipto los faraones eran considerados en sí mismos como dioses, este título de divinidad permitía que todos sus actos fueran aprobados por su entorno social sin tener algún tipo de resistencia. El afán de obtener además de riquezas materiales también se extendía a tener la adoración del pueblo. Una estrategia para lograr sus metas fue la construcción de seres autómatas que para esta época causaban miedo en la población, quienes creían que eran los dioses que se dirigían a ellos para que obedecieran a su faraón (National Geographic Channel, 2019).

El efecto que causaba este tipo de artefactos era de miedo, un egipcio que tenía un encuentro con un autómata que movía los brazos o reproducía sonidos interiorizaba la idea que había tenido un encuentro con dios. En estos tiempos era imposible escabullirse de este pensamiento religioso mágico porque no había un paradigma científico que les permitiera discernir y entender lo que estaban viendo como ser inanimado.

Matriz artículos de robótica I

Se realizó una matriz con el propósito de conocer más a fondo la robótica contemporánea, con distintos artículos sobre el tema.

Ilustración 1. Matriz artículos de la robótica

FECHA	AUTORES	NOMBRE DE LA PUBLICACION	EDITORIAL DE LA PUBLICACION	IDEA PRINCIPAL	
18/10/2012	Dr. Gerardo Acosta y Dr. Mauricio Anigstein	Robótica y Automatización: diferencias y similitudes	AADECA	Distinciones específicas entre robótica y automatización	http://www.aadeca.org/html/novedades/novedades_interior.php?noticia=14
1/08/2018	Mae Ryan , Cade Metz y Rumsey Taylor	La evolución de las manos robóticas	New York Times	La evolución de la realización de robots cada vez mas similares al cuerpo humano	https://www.nytimes.com/es/interactivo/robots-manos-avances/
11/06/2017	Yuval Noah Harari	La humanidad va hacia un nuevo orden	El tiempo	como la evolución de la robótica genera desempleo	https://www.eltiempo.com/tecnosfera/novedades-tecnologia/analisis-del-alcance-de-la-robotica-a-nivel-mundial-97506
30/09/2018	Equipo Editorial	¿Cómo ha sido la evolución de la robótica industrial?	reporte digital	línea de tiempo de la robótica industrial	https://reportedigital.com/lot/evolucion-robotica-industrial/

Fuente: creación propia, Semillero Robótica, proyecto Historia de la Robótica, Corporación Tecnológica Industrial 2109

--	Humberto Bermúdez Flores	ANTECEDENTES Y PROSPECTIVA	saber sin fin	antecedentes importantes de la robótica	https://www.sabersinfin.com/articulos/ciencia-y-tecnologia/921-antecedentes-y-prospectiva-de-la-robotica?show=Estad=2
--	francisco cordova	La Robótica, Principio y Evolución La Robótica, Principio y Evolución	universidad del valle de mexico	robotica en general	https://www.polibits.gelbuch.com/2002_28/La%20Robotica_%20Principio%20y%20Evolucion.pdf
2/01/2017	Mónica Redondo	El hombre que inventó las leyes de la robótica	hipertextual	las leyes de la robótica, Isaac Asimov	https://hipertextual.com/2017/01/isaac-asimov-robotica
mar-42	Isaac Asimov	El círculo vicioso	--	primer vista a la robótica por Isaac Asimov	http://inteligenciaeducativa.net/descargas/rundaround.pdf
--	Victor Ricardo Barriénos Sotelo, José Rafael García Sánchez.	Robots Móviles: Evolución y Estado del Arte	--	evolucion y estado del arte, robotica	https://www.polibits.gelbuch.com/2007_35/Robots%20Moviles_%20Evolucion%20y%20Estado%20de%20Arte.pdf

Fuente: creación propia, Semillero Robótica, proyecto Historia de la Robótica, Corporación Tecnológica Industrial 2109

Matriz historia de la robótica II

Se realizó una matriz con el propósito de dar a conocer hechos de la robótica y que pasaba simultáneamente en estos años.

2. Matriz artículos de la robótica

AÑO	Socio/Cultural	Socio/Cultural
1920 1921 1922	<p>10 de enero de 1920: entra en vigencia el Tratado de Versalles con el que se pone fin a la Primera Guerra Mundial.</p> <p>1 de agosto 1920: en la India Gandhi comienza una campaña de desobediencia civil contra el Imperio británico.</p> <p>6 de febrero 1922: en Washington D. C. se firma el Tratado de las Nueve Potencias, cuyo fin es lograr el respeto a la independencia y a la integridad territorial y administrativa de China.</p>	<p>R.U.R: Robots Universales Rossum: El dramaturgo checo Karel Čapek escribió en 1920 la obra de teatro “R.U.R: Robots Universales Rossum”. En 1921 se estrenó en el Teatro Nacional de Praga y el 24 de noviembre de 1922 llegó a Nueva York.</p> <p>Esta obra de teatro marca la concepción de la palabra “robot”, término creado a partir del checo “robota” que significa “trabajo duro”.</p>
1927	<p>9 de marzo: entra en vigor la Convención sobre la Esclavitud.</p> <p>24 de mayo: el gobierno británico rompe relaciones diplomáticas con la Unión Soviética, acusando a los rusos de espionaje.</p>	<p>En 1927, Fritz Lang metrópoli se publicó; el Maschinenmensch (“máquina-humano”), un gynoid humanoide robot, también llamado “Parody”, “Futura”, “Robotrix”, o la “María impersonator” (interpretado por la actriz alemana Brigitte Helm), fue el primer robot jamás representado en una película.</p> <p>El más famoso japonés robótico autómatas se presentó al público en 1927. El Gakutensoku se suponía que tenía una función diplomática. Activado por aire comprimido, podía escribir fluidamente y levantar sus párpados.</p>
1927	<p>En este año inicia la Segunda Guerra Mundial por la invasión nazi a Polonia el 1 de septiembre.</p> <p>3 de septiembre: Europa: el Reino Unido y Francia le declaran la guerra a la Alemania nazi.</p>	<p>En 1939, el conocido humanoide Elektro apareció en World’s Fair. De 7 pies de medida (2.1 m) y 265 libras de peso (120 kg), podía andar por orden de voz, hablar aproximadamente 700 palabras (utilizando un 78-rpm tocadiscos), fumar cigarrillos, inflar globos, y mover su cabeza y brazos. El cuerpo era de acero y motor-esqueleto cubierto por una capa de aluminio.</p> <p>En 1939 Konrad Zuse construyó el primer ordenador electromecánico programable, asentando la fundación para la construcción de máquinas-humanoides que ahora consideramos: robot.</p>

1948-1949	<p>9 de abril 1948: en Colombia, el asesinato del político Jorge Eliecer Gaitán dispara el Bogotazo. En el mismo día, los hermanos Enrique y Roberto Ramírez se constituyó la empresa Radio Cadena Nacional (RCN) al fusionarse con las emisoras Nueva Granada de Bogotá y Radio Pacífico de Cali, cuya primera emisión fue la transmisión del Primer Congreso Eucarístico en Cali en las horas de la mañana y fue suspendido por los disturbios en Bogotá.</p> <p>30 de abril 1948: en Bogotá (Colombia) se crea la Organización de Estados Americanos con la firma de la Carta de la Organización de los Estados Americanos y la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre.</p> <p>4 de abril 1949: en Washington DC se crea la OTAN.</p>	<p>Los primeros robots autónomos electrónicos con comportamientos complejos fueron creados por William Grey Walter del Burden Neurológica Institute en Bristol, Inglaterra en 1948 y 1949. Quería demostrar que buenas conexiones entre un número pequeño de células de cerebro podrían desarrollar comportamientos muy complejos - básicamente que el secreto de cómo el cerebro trabajaba estaba basado en cómo estaba conectado.</p> <p>Sus primeros robots, llamados Elmer y Elsie, fueron construidos entre 1948 y 1949 y a menudo descritos como "tortugas" debido a su forma y su lento de movimiento. EL robot tortuga de 3 ruedas eran capaces de fototaxia, por lo que podían encontrar su manera de recarga cuando tenían poca batería.</p>
1951	<p>1 de enero: en Nueva York, la ONU crea el ACNUR (Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados).</p>	<p>En 1951 Walter publicó el escrito Una Máquina que aprende, documentando cómo sus robots mecánicos más adelantados actuaban como agentes inteligentes demostrándolo con aprendizaje de reflejos condicionados.</p>
1954	<p>17 de diciembre: Bogotá es nombrada capital de Colombia.</p>	<p>El primer robot digitalmente operativo y programable fue inventado por George Devol en 1954 y se llamó Unimate. Esto más tarde conllevó a las fundaciones de la industria de robótica moderna.</p>
1960 - 1961	<p>La Administración de Medicamentos y Alimentos de EE.UU. (FDA en inglés) aprobó el 9 de mayo de 1960 la primera pasta comercializada para el control de embarazos Enovid-10, hechos por la Compañía G.D Searle, de Chicago, Illinois. La URSS realiza el primer vuelo espacial tripulado (12 de abril de 1961).</p> <p>Se levanta el Muro de Berlín (13 de agosto de 1961).</p>	<p>Devol vendió el primer Unimate a Motores Generales en 1960, y se instaló en 1961 en una planta en Ewing Township, Nueva Jersey para levantar piezas calientes de metal de una máquina de fundición a presión y colocarlas en un líquido refrigerante.</p>

Fuente: creación propia, Semillero Robótica, proyecto Historia de la Robótica, Corporación Tecnológica Industrial 2109

El desarrollo de la ciencia en la antigua Grecia, abrió la posibilidad de explicar cosas cotidianas como complejas dese una perspectiva diferente a la religión. La civilización griega llego a un avance cognitivo acerca del cosmos tal que hacia el año 300ac, los autómatas eran mecanismos de recreación que causaban sensación en cuanto fiesta, feria, baile, celebración se presentaba.

En estos años Grecia pasaba por una crisis fuerte debido a las guerras que se libraban con el imperio, pero aun así existía el tiempo para la diversión (National Geagraphic Channel, 2019). Los primeros artefactos autómatas creados en esta época, algunos durante el reinado del emperador Han, los cuales eran estatuas que eran capaces de mover los brazos, lanzar fuego por la boca, en este mismo año Filón de Bizancio creó el primer autómata acuático, todos los inventos creados durante esta época fueron usados para el entretenimiento de las personas.1 Hacia el año 300 a.c. Cresibio invento un reloj de agua el cual fue puesto en una capilla principal para que todas las personas lo pudieran admira (Farington, 1953), en este mismo año las aplicaciones bélicas dedicadas a los puertos ilustran la actividad más constructiva de aquella época y así su mayor atención, por esto los autómatas y las máquinas neumáticas encontrarían, sin duda, su mayor aplicación en la recreación y en la producción de milagros y no recibirán la misma atención e importancia de otras ciencias.

El primer documento existente del primer inventor es el pitagórico Arquitas de Tarento quien es considerado uno de los primeros ingenieros científicos (Aguilar, 2016), precursor de la robótica, el cual entre los años 400 y 300 a. c., compaginó la matemática teórica con la ingeniería, como hicieron muchos de los grandes inventores griegos, a Arquitas se le atribuyen, además de la invención de las cinco maquinas simples, el tornillo sin fin, la palanca, la polea, sin pruebas reales de ello (Aguilar, 2016), la fabricación de una paloma de madera que llegó a volar y que se sostenía por contrapesos y se movía a base de aire encerrado dentro, esta hazaña la logro usando el principio de funcionamiento de un globo, según lo explico Arquímedes, el aire caliente es menos denso que el aire frio, por lo tanto el contenedor de aire cliente va a tender a elevarse.

En el año 62 Herón De Alejandría (10-70 a.c.) escribió Pneumatika, un tratado de ciencias físicas (óptica, mecánica, automática). Herón aprovecho los avances que habían alcanzado sus inmediatos predecesores, la matemática, la aritmética y el desarrollo de las maquinas simples le permitieron construir objetos animados como trompetistas para un jardín, automatizar las puertas de una iglesia, la eliopilia la cual era una esfera que, hacia girar al hacer hervir el agua dentro de ella, allí, aunque muy rudimentario describió la ley de acción y reacción de Isaac Newton (Andalucía, Federación De Enseñanza De OO.CC de, 2010). Sus conocimientos en geometría le permitieron desarrollar la llamada formula de Herón, la cual describe la relación del área de un triángulo y longitud de sus lados, como se describe lados; a, b, c, y semiperímetro $s=(a+b+c)/2$, su área es igual a la raíz cuadrada de $s(s-a)(s-b)(s-c)$. (Pérez, 2006). Muchas de las creaciones de Herón pretendían producir sorpresa y sombro en los espectadores, por tanto, era muy cuidadoso de mantener oculto el mecanismo accionario que generaba el movimiento del autómata,

“Tenemos que servirnos necesariamente de las medidas indicadas, pues si son mayores cabrá sospecha respecto al espectáculo de que haya alguien dentro moviéndolo. Por eso, tanto en los autómatas fijos como en los que andan hay que tener cuidado con los tamaños, por si surge la sospecha”

(National Geographic Channel, 2019). Este ingeniero a pesar de sus contribuciones a la ciencia no fue considerado un gran creador, esto puede ser por las aplicaciones que para la época tenían sus invenciones, todo era meramente encaminado a la diversión y el ocio, como el mismo dijera, “hay poner en orden lo que nos transmitieron los antiguos y añadir lo que nosotros mismos hemos descubierto” [Herón] (National Geographic Channel, 2019).

Después de Cristo, desde el año 335 d.c. hasta el año 1000 d.c. fueron los años en donde se crearon más inventos para la recreación. en el año 770 d.c. Yang Wdien, creo un mono el cual extendía las manos y gritaba limosna, al final de la época hacia el año 890 d.c. inventó un gato que cazaba ratones, todos estos diferentes autómatas reconocidos en ese entonces no tenían una función dentro de la ciencia más allá que aplicar el concepto de una rueda, un piñón o un tornillo en aplicaciones simples , para ese tiempo la robótica ni siquiera conocida por este nombre, fue desarrollada con el concepto de unos objetos con movimiento que se usaban para el entretenimiento.

Al final de esta época aproximadamente en el año 1000 d.c. el escritor Benjamin Farrington recopila en el libro de la ciencia griega(1986), algunos de los temas que ayudan a entender la función social en la ciencia de su tiempo, algunos ejemplos que se pueden apreciar son: Los Principios y Aplicaciones de la Palanca, La Construcción de Puertos de Balística o Artillería, Neumática o Máquinas que funcionan con Aire Comprimido, Construcción de Autómatas, Defensa de Ciudades, Sitio de Ciudades, y probablemente algunos otros aspectos de la guerra. (Farrington, 1986, p. 202) Los diferentes desarrollos en las ciudades basados en avances tecnológicos ya sean inventos que ayudaron a construir la ciudad por medio de máquinas o autómatas usados para el entretenimiento y la diversión de las personas influyeron en los inicios de la robótica. Tales formas de imitar y cooperar con la naturaleza constituyen una revolución de la ciencia del hombre y una revolución en su modo de vivir (Farrington, 1986, p. 19).

La ciencia media

El desarrollo de la robótica de la Edad Media comenzó hacia el año 1200, con el invento de Al Jazari: unos autómatas musicales impulsados por agua, donde por medio de la transmisión del movimiento generado por el flujo del agua y la configuración de tornillo sin fin y poleas se transmitía movimiento a los seres creados dándoles la capacidad de

recrear las funciones locomotivas del ser humano, creando una sensación de autonomía y decisión propia a los autómatas. En 1204 el gran Alberto Magno creó un “hombre de Hierro”, usado para inducir temor y poder en la guerra. En 1235, el rumbo de la robótica cambia debido al invento más valioso de la historia: La Rueda de contrapesos creada por Villard D’honnecourt (Erlande Brandenburg, 1986), verdadero móvil perpetuo usada hasta el día de hoy, dividió la historia, mejorando la vida de las personas, este mismo fue el precursor de los dispositivos mecánicos antropomórficos que ayudaron a innovar la vida de los seres humanos de esa época.

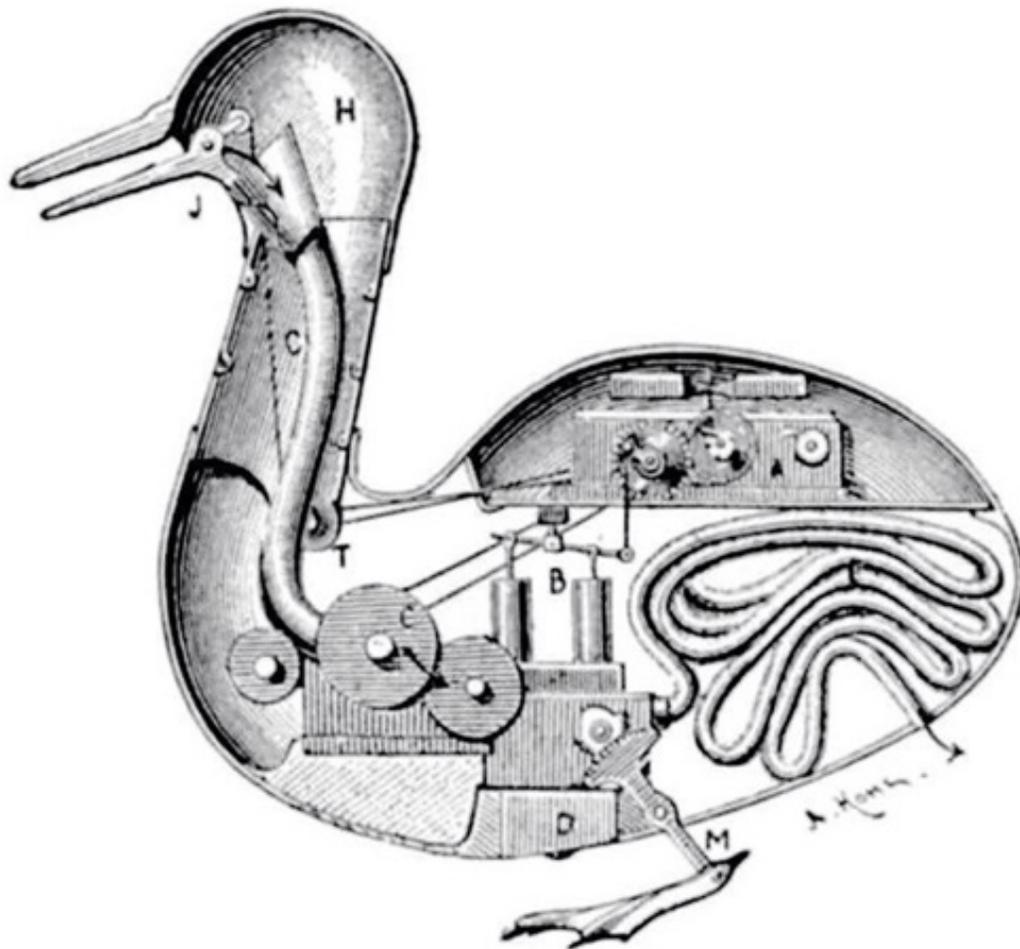
En 1495 el inventor Leonardo da Vinci, el gran representante del renacimiento europeo, conocido por su fama y si popularidad como Homo Universalis, debido a sus grandes esculturas, pinturas e inventos: el primero de ellos un león mecánico el cual se abría el pecho con las garras y mostraba el escudo real, se usaba para estos autómatas el principio de funcionamiento de un reloj mecánico, donde se implementa un mecanismo basado en poleas y tornillos incluso se usan resortes de hoja para generar movimientos autónomos a partir de la oscilación del péndulo, creado para entretenimiento del rey Luis XII (Farrington, 1953).

Además, fue el primero en crear humanoides, utilizados para la guerra, los cuales eran caballeros con armaduras que podían agitar los brazos, allí se usaban series de poleas y piñones con bujes y ejes que transmitían el movimiento a las partes móviles del autómata para mover la cabeza y abrir y cerrar la mandíbula, estos, que más tarde en la historia serían usados como modelos para crear las armaduras, escudos y espadas de protección de los soldados para la guerra. Los adelantos en esta ciencia en la edad media se concentraron en el desarrollo de cabezas parlantes que eran usadas por los hechiceros para hacer sus conjeturas del futuro o pasado, estos artilugios animados que movían la mandíbula y los ojos eran accionados por tiras de materiales elásticos, y la voz era transmitida desde un lugar oculto por medio de tubos.

Este desarrollo se le atribuye a San Albero Magno quien fue un teólogo y filósofo nacido en Baviera en 1206, trabajo más de treinta años en la construcción de un autómatas que tenía funciones de mayordomo, abría la puerta y recibía a los visitantes con ciertas venias de saludo. Este personaje construyó una cabeza parlante con forma de mujer, este mecanismo fue destruido por su discípulo aduciendo que era obra del demonio. (Dewaard, 1967). En los años 1500, aparece en la historia el gran Rene Descartes, precursor de la filosofía del racionalismo, la geometría analítica entre otros aportes a la ciencia, según se cuenta a manera de mito, Descartes tuvo una Hija llamada Francine la cual falleció por una enfermedad respiratoria, devastado por su perdida decidió fabricar una muñeca del tamaño de Francine para reemplazar su perdida, esta muñeca tenía movimientos de extremidades, ojos, cabeza y se dice que la sentaba a la mesa para interactuar con ella.

Leonardo Da Vinci fue otro de los aportantes a este universo de los autómatas, diseñó un mecanismo humanoide con armaduras, pero no se construyó, con los planos fue construido en la era moderna y se descubrió que este aparato solamente tenía algún tipo de movimiento propulsado por poleas en los brazos. En los años 1500 a 1752 la robótica tuvo un cambio importante, se basó en modelos matemáticos, por medio de cálculos y sistemas binarios que iban a ser la base de la computación actual, por ejemplo, la máquina de cálculo predecesora de la actual Blaise Pascal, esto permitió pasar de la robótica clásica de la edad media a la robótica basada en los sistemas de computación. En el año 1789 el científico Friedrich von Knauss, impresionó a la corte del emperador, presentando a un autómatas escritor que rellenaba hojas de papel en blanco, el cual más adelante sería considerado como el precursor de la máquina de escribir, usando el sistema de pequeñas palancas con letras en repujadas en relieve con una capa de tinta en sus extremos.

Ilustración 1. aclockwork; B pump; c, Mill for grinding grain; F intestinal tube; j, Bill; h, head; m, feet



INTERIOR OF VAUCANSON'S AUTOMATIC DUCK.

A, clockwork; B, pump; C, mill for grinding grain; F, intestinal tube;
J, bill; H, head; M, feet.

Jacques de Vaucanson 1702 un relojero consagrado, construyó el primer autómatas capaz de simular la digestión con un autómatas en forma de pato, tenía más de 400 piezas móviles entre piñones, poleas, bujes, ejes configuradas como un mecanismo de reloj mecánico, fabricó también un “tamborilero” capaz de tocar más de 20 piezas musicales. (Metzner, 1952).

Ilustración 2, autómatas de Jacket Droz



Fuente: tomado de <https://iptc.org/standards>. Proyecto Historia de la robótica. Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO 2019

En el siglo XVIII, Pierre Jacket Droz construyó los tres autómatas más famosos de la época, una pianista que se componía de más de 2500 piezas, movía los dedos, los brazos, enfocaba la mirada a ciertos lugares y lo más asombroso era que realmente podía interpretar una melodía en el piano. También desarrolló el llamado “dibujante”, y “el escritor” quien era capaz de escribir pequeños textos imitando todos los movimientos de un ser humano, desde remojar con tinta hasta secar la pluma para no manchar el papel. Este sistema usado lo componían muchas piezas móviles, se seguía usando el principio de las máquinas simples, mecanismos de relojería, pero el diseño de cada parte era cuidadosamente pensado para lograr un realismo en las acciones de los autómatas, la aplicación de las matemáticas en estos desarrollos era fundamental para calcular relaciones de movimiento en las poleas transmisión de movimiento y fuerza por medio de los piñones, sentido de giro y relación de torque.

En el año 1810 Phineas Taylor Barnum fundó el circo americano, presentando decenas de autómatas, entre los que se hallaba la máquina parlante del profesor Faber de Viena predecesor del gramófono, este fue el primer centro de entretenimiento donde las personas de la alta sociedad iban a ver los grandes avances de ese tiempo (Bennett, 1979). En los años 1891 a 1903, se producen grandes avances dentro de esos la bombilla, el científico

Thomas Alva Edison inventó la lámpara incandescente, mejorando la vida de las personas, abriendo espacio a la innovación. Uno de los fracasos de Thomas Alva Edison fue su desarrollo de muñecas parlantes, las cuales eran capaces de mover la cabeza los ojos y emitir un sonido, recitar poemas, cantar, pero el tono en el que lo hacían asustaba a los niños y más allá de entretener causaban terror (Frith, 2005), además el precio de estos juguetes era demasiado alto, medio salario mínimo para la época, este fue uno de los primeros intentos de desarrollar los autómatas para una intención comercial. De las bases de la electrónica y el científico Lee de Forest transforma la bombilla incandescente en un triodo, que luego iba a ayudar al desarrollo de las máquinas de la computación hasta la creación de los transistores, aparatos tecnológicos aun usados hoy en día para el desarrollo de la mecánica, mecatrónica y electrónica.

La literatura

En la obra literaria el mago de oz, publicado en 1900 habla de un ser inerte de hojalata que tiene comportamientos humanos y pretende encontrar la forma de tener un corazón.

“Después de mucho andar y andar, Dorothy y el espantapájaros se encontraron a un hombre de hojalata petrificado en la hierba. Él les contó que había comenzado a llover mientras cortaba leña; por eso se había oxidado y llevaba largo tiempo sin poder moverse. Su sueño era un corazón que llenara su pecho vacío, así que Dorothy y el espantapájaros decidieron que los acompañara, para pedir su deseo al Mago de Oz”. (Baum, 1900, p 51-52).

En la novela, El Ingenioso Hidalgo Don Quijote De La Mancha, se hace referencia a las cabezas parlantes que desarrollo san Alberto Magno, en el capítulo LXII “Que trata de la aventura de la cabeza encantada”, el ingenioso Hidalgo enaltece la maravilla que supone poder tener frente a él un artificio que es capaz de hablar.

“Admirado quedó don Quijote de la virtud y propiedad de la cabeza, y estuvo por no creer a don Antonio, pero por ver cuán poco tiempo había para hacer la experiencia no quiso decirle otra cosa, sino que le agradecía el haberle descubierto tan gran secreto”. (Saavedra, 1605, p.895)

Por otro lado se encuentra la famosa obra infantil Pinocho (Lorenzini, 1882), la cual cuenta la historia de un muñeco de madera que quiere ser un niño de verdad, haciendo énfasis en la mirada desde el punto de vista de la robótica, este ser inanimado e inerte es un autómatas que representa parte del imaginario colectivo que se ha ido tejiendo a través de los tiempos de la necesidad del ser humano de crear seres a su imagen y semejanza, la historia cuenta que un carpintero construyo una marioneta de madera que de repente resulta con ciertas características de propias de los humanos. (Lorenzini, 1882).

La ciencia moderna de la literatura al cine

Hacia el año 1920, Isaac Asimov utilizó por primera vez la palabra robótica y establece las tres leyes de la robótica, las cuales son: 1. Un robot no debe dañar a un ser humano ni, por su pasividad, dejar que un ser humano sufra daño, 2. Un robot debe obedecer las órdenes que le son dadas por un ser humano, excepto cuando estas órdenes están en oposición con la primera y la tercera ley, un robot debe proteger su propia existencia, hasta donde esta protección no esté en conflicto con la primera y segunda ley, esta fecha se da el verdadero inicio de la robótica, puesto que es entonces cuando se pueden crear mecanismos autómatas programables (Wallén, 2008).

Al inicio de este mismo año los 1920 entra en vigencia el tratado de Versalles con el que se pone fin a la primera guerra mundial, al mismo tiempo con el fin de la guerra el dramaturgo checo Karel Capek escribió la obra de teatro “R.U.R: Robots Universales Rosum” basada en una empresa que construye humanos artificiales orgánicos que aumentaban el rendimiento del trabajo de carga de los humanos, esta obra fue estrenada en 1921 en el Teatro Nacional de Praga y el 24 de noviembre de 1922 llegó a Nueva York (Hockstein, 2007), mientras por ese mismo año se firmaba el tratado de las nuevas potencias, cuyo fin era lograr el respeto a la independencia y la integridad territorial y administrativa de China (Hobsbawm, 1998).

En 1927 durante este año el 9 de marzo entro en vigor la convención sobre la esclavitud, para distraer a la población de lo que estaba sucediendo se publicó la película Metrópoli dirigida por Fritz Lang en donde se introdujo el termino Maschinenmensch que hace

referencia a “maquina-humano”, el cual era un gynoid humanoide robot, también llamado “Parody”, “Futura”, “Robotrix” o la “ Maria impersonator”, interpretado por la actriz alemana Brigitte Helm, este fue el primer robot representando en una película (Spencer, 2000).

En el año de 1938 H Roselund y W Pollard de la compañía Devilviss, construyen el primer brazo articulado, lo que permitió entender la producción industrial al incorporar robots en las cadenas de producción donde hasta el momento solo operaban humanos, entonces la robótica popular se transforma al incorporar robots en las empresas desarrolladoras de la época. Un año después en la exposición Universal de Nueva York se presentó al primer robot humanoide, Elektro, un “hombre-motor”, el cual tenía piel de aluminio, una altura de dos metros y ciento veinte kilos de peso y gracias a células fotoeléctricas podía ver y distinguir colores como el verde y el rojo, también se movía dando pasos y levantando los brazos, y contaba con habilidades tan curiosas como contar con los dedos, cantar, pronunciar hasta setecientas palabras, fumar e hinchar globos. Todo esto lo consiguió su padre, el ingeniero Joseph Barnett, mediante un mecanismo de cables, válvulas de vacío, motores y poleas muy avanzado para la época (García, 2016). En 1940 Huffman presentó los primeros avances en la inteligencia artificial al aportar sus investigaciones algoritmos que permitían desarrollar sistemas secuenciales provistos de una cierta capacidad de memoria útil para construir funciones progresivas, utilizados en la industria para mejorar algunos procesos (Sánchez, Millán, Palou, Rodríguez, & Villavicencio, 2007).

En 1946 Goldstine, Eckert y Mauchly del laboratorio Ballistic Research Laboratory, construyeron la primera computadora digital, con lo que la contemporánea se consolida y se introduce en las empresas, permitiendo que durante la segunda guerra mundial se desarrollara un robot con dos brazos teleoperados para manipular explosivos, además de telemanipuladoras inteligentes en medicina que ayudaron a sanar muchos soldados en la guerra (Jorge, 2002). Un año después se producen los principales desarrollos en la aparición de los robots se crean las patentes para traslado de maquinaria de Devol, se producen las primeras computadoras por J. Presper Eckert y John Mauchly en el ENAC de la Universidad de Pensilvania y por último se desarrolla la primera máquina digital de

propósito general en el MIT y el primer robot programable por Devol. Año después la compañía Ford reporta el nombre automatización derivado de sustituir humanos de muchas tareas de la fabricación de automóviles (Blasco, 2018).

Tres años después en 1948 se establece el estado de Israel, una nación netamente judía, población en su mayoría proveniente de la guerra de Alemania, donde sufrieron persecución por los nazis, esto se logra gracias al respaldo por Gran Bretaña y Estados Unidos. En esta misma Inglaterra entre 1948 y 1949 se crearon los primeros robots autónomos electrónicos con comportamientos complejos por William Grey Walter del Burden Neurological Institute en Bristol, su desarrollo contempló que unas buenas conexiones entre un número pequeño de cerebro podrían desarrollar comportamientos muy complejos, en otras palabras, que él trabajaba según como estuviera conectado. (Fu, González, & Lee, 1990). Los primeros robots desarrollados por el científico William se llamaron Elmer y Elsie, descritos y vistos por las personas como “tortugas” debido a su forma y su lento movimiento, estos eran capaces de fototaxia, quiere decir que podían encontrar su manera de recarga cuando tenían poca batería. Estos, aunque descritos por las personas como robots lentos fueron grandes innovaciones (Sánchez, Millán, Palou, Rodríguez, & Villavicencio, 2007).

En el año 1962 ocurren diversos acontecimientos de gran importancia para la robótica se publican los primeros trabajos sobre sensores táctiles MH-1 aplicados a una mano robotizada de tipo ANL 8, dotada de 6 grados de libertad y de un procesador TX-0 que revoluciona el sector e inicia el desarrollo de los sensores y la retroalimentación, demostrando la conducta adaptativa de un robot por primera vez en la historia. Al mismo tiempo la compañía CA Petri desarrolla un sistema de redes para el diseño y análisis de automatismos secuenciales y concurrentes, en que son tan importantes los componentes mecánicos y eléctricos como los sistemas de control (computación y comunicación), que se aplica en el análisis y modelado de sistemas, no sólo en el campo de la automática, sino también en el de la informática y las comunicaciones. Por su parte General Motors Co. instala el primer robot Unimate en su planta automovilística para asumir la soldadura en troquel. En 1964 se abren los primeros laboratorios de investigación en inteligencia

artificial en el MIT, el SRI (Stanford Research Institute) y en la universidad de Edimburgo. Poco después los japoneses que anteriormente importaban su tecnología robótica, se sitúan como pioneros del mercado en el desarrollo y mejoramiento de la robótica (Pons, Giandini, & Arévalo, 2012). El 16 de julio de 1969, Estados Unidos hace lo que muchos otros países buscaban llevar a un ser humano a la Luna, así que este día se inicia la misión Apolo 11, cuatro días después logran que dos astronautas (Armstrong y Aldrin) caminaron sobre la superficie lunar (Jorge, 2002).

La pos-robótica

Durante estos años partiendo de los años 1970 es donde evoluciona el concepto de robótica hacia los sistemas móviles autónomos, capaces de desenvolverse por sí mismos en entornos desconocidos como la medicina en donde utilizan el primer robot en una cirugía de corazón sin necesidad de supervisión. Algunos de los ejemplos de estas nociones es la aplicación de la robótica por la NASA donde se inicia un programa de cooperación con el Jet Propulsión Laboratory para desarrollar plataformas capaces de explorar terrenos hostiles, así se creó el MARS-ROVER, que estaba equipado con un brazo mecánico tipo STANFORD, un dispositivo telemétrico láser, cámaras estéreo y sensores de proximidad y el CART del SRI que trabaja con procesado de imagen estéreo, más una cámara adicional acoplada en su parte superior (Ortega, 2014).

En 1987, se crea la Federación Internacional de Robótica (IFR), en el marco del 17 simposio internacional de robótica industrial, se crea como una organización sin fines de lucro, con la presencia de más de 15 países, su objetivo fue promover y fortalecer la industria de la robótica en todo el mundo. En los últimos años la robótica avanza, se define la robótica de acuerdo a su aplicabilidad, se crean androides con funciones sociales y de comunicación, planteando robot que se mantenga en posición erecta sobre dos piernas y camine ha sido uno de los grandes retos de la robótica moderna, una posibilidad que se ha venido desarrollando en el diseño sobre ruedas para su movilidad, como ejemplo los semiandroides Minerva, RP6 y Pearl, estos destinados a realizar tareas de enfermería (JJ, 2000).

Hacia el año 2000 Honda lanza su androide ASIMO de 120cm de altura y 43 kg de peso renovado completamente con una nueva tecnología de control de comportamiento autónomo, con inteligencia mejorada y una mejor habilidad física, marcando así los primeros robots capaces de sostenerse en dos pies. En la época actual se han sido diseñados otros robots para tareas de limpieza doméstica, como los plafones móviles de iRobot, llamados Scooba y Roomba, de los que ya se han vendido millones de unidades en USA. En el terreno militar destacan robots desarticuladores de explosivos como el PackBot de iRobot, o de vehículos de conducción autónoma como el r-gator. Los androides de tipo dinámico pasivo más modernos como SIGMO, QRIO, ASIMO y Hubo son capaces de caminar, entablar conversación (con evidentes limitaciones) y realizar algunas tareas simples. También están disponibles robots sociales, conocidos por Ludobots, como Wakamaru (JJ, 2000).

Ilustración 3, robot,



Fuente: tomado de [wikipedia.org/wiki/Robot#/media/Archivo:Toyota_Robot_at_Toyota_Kaikan.jpg](https://es.wikipedia.org/wiki/Robot#/media/Archivo:Toyota_Robot_at_Toyota_Kaikan.jpg) Proyecto Historia de la robótica. Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO 2019

Además, la aparición de estos robots ha impulsado el estudio y la aplicación de novedosos métodos de actuación, utilizando materiales que presentan la propiedad de cambiar su rigidez (Cheng, et. al. 2012). Entre ellos, se destacan Voice coils o motores de bobina de

voz, polímeros electro-activos, aleaciones con memoria de forma o SMAs, imanes permanentes, redes neumáticas o incluso mediante pequeñas explosiones controladas. Además del tentáculo de pulpo, se han utilizado otros modelos biomecánicos basados en rayas de mar (Shepherd, Ilevski et. al. 2011).

Los robots de asistencia son aquellos diseñados para actuar en desastres naturales como terremotos y tsunamis, operaciones de rescate y donde los humanos no llegan, como el fondo del mar o el espacio. Method 2 es el primer robot bípedo tripulado, construido para ser utilizado en zonas peligrosas en las que el ser humano no puede moverse con facilidad. Mide casi cuatro metros y pesa cerca de una tonelada. Tiene un amplio compartimento en su pecho para albergar al piloto. Esta propuesta, que lleva en desarrollo desde el año 2014, destaca por la gran movilidad de sus manos mecánicas al disponer de dedos y movimientos naturales para el ser humano. Atlas posiblemente sea uno de robots humanoides más avanzados. Lo desarrolla la empresa Boston Dynamics para el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Es un robot con gran capacidad de acción y percepción, capaz de moverse con creciente agilidad y evitar obstáculos a través de una variedad de terrenos y entornos. Está diseñado para búsqueda y rescate y tiene manos articuladas (Ortega, 2014).

La robótica ha tenido grandes avances, basados en la premisa de poder hacer maquinas que se aparezcan cada vez más al ser humano, esto ha presentado diferentes dificultades en algunas capacidades que los humanos encuentran particularmente fáciles. Quizás lo más notorio son las dificultades que se han presentado en la locomoción, la manipulación y entendimiento del lenguaje. Tan comunes como son las interacciones sociales en nuestra vida diaria, tenemos muy pocos análisis cuantitativos y exhaustivos de las respuestas sociales humanas; nuestra comprensión del comportamiento social humano no es tan avanzada como nuestro conocimiento de la mecánica newtoniana o incluso la percepción visual humana. Aunque solo puede hacer creer a algunos que la construcción de interacciones sociales para los robots es prematura, la práctica de colocar robots en nuestros entornos humanos (nuestras escuelas, hospitales, tiendas y hogares) requiere abordar la interacción social. Los tres desafíos más importantes que surgen de la construcción de robots que interactúan socialmente con las personas son modelar dinámicas sociales, aprender normas sociales y morales, y construir una teoría mental

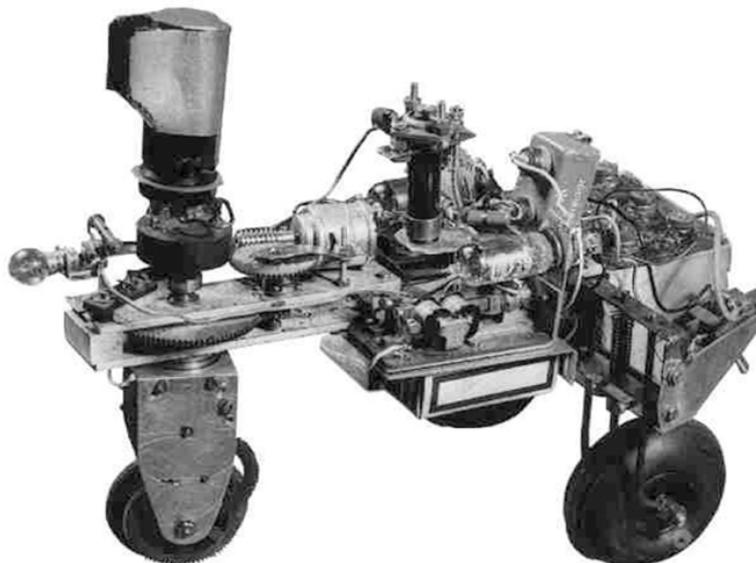
robótica. La interacción social es un gran desafío para la robótica en parte porque las demandas perceptivas son muy importantes. Las señales sociales, como la dirección de la mirada, las expresiones faciales o la entonación vocal, a menudo son señales extremadamente detalladas, rápidas y matizadas que están integradas en otra actividad; La diferencia entre un saludo entusiasta y un regaño sarcástico puede depender de un solo guiño o una creciente inflexión en un solo fonema. El patrón temporal de estas señales también es con frecuencia significativo: un pequeño retraso al responder una pregunta puede interpretarse como un signo de incertidumbre o desconfianza. Aunque hemos logrado avances sustanciales en la percepción de la máquina en la última década, especialmente en el reconocimiento de objetos, el reconocimiento de acciones y el análisis de la mirada humana, todavía carecemos de sistemas que operen bajo las diversas condiciones naturales y reales. limitaciones de tiempo mundial que exigen las interacciones sociales. Los sistemas de próxima generación necesitarán mezclar ricamente elementos de múltiples modalidades de entrada y combinar estos sistemas perceptivos con modelos predictivos de intención social para capturar más plenamente la naturaleza rica y dinámica de las interacciones sociales.

Ilustración 4. Robot



Fuente: tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Brazo_robotico Proyecto Historia de la robótica. Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO 2019

Ilustración 5. Elmer y elsie



Fuente: tomado [https://en.wikipedia.org/wiki/Elmer_and_Elsie_\(robots\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Elmer_and_Elsie_(robots)) Proyecto Historia de la robótica. Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO 2019

Robotanálisis

La realidad es que el desarrollo tecnológico es algo imparable que cada vez está más presente en más facetas de nuestra sociedad. Un claro ejemplo de esto es la mecanización y optimización de algunos puestos laborales por medio del uso de robots. Esta nueva realidad a la que nos enfrentamos y hacia la que nos dirigimos, siempre ha generado un miedo en la población, sobre si acabaremos siendo reemplazados por un robot que haga mejor y más rápido el trabajo y dejando en el proceso a la población sin posibilidad de acceder a puesto laborales.

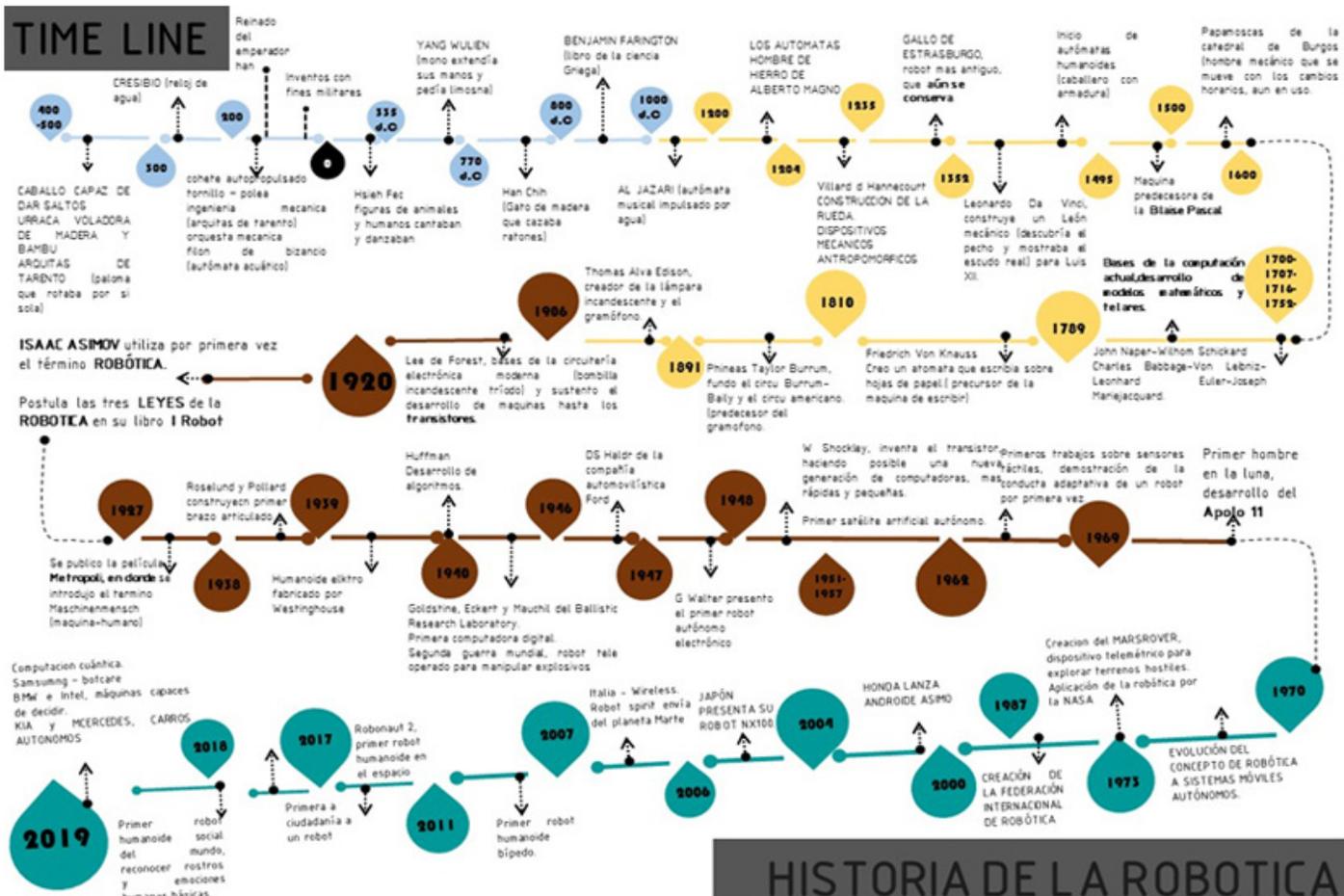
Según datos del foro económico mundial (FEM), desde 1991 espera que en la próxima década los robots amplíen su participación en la economía, realizando el doble de tareas o trabajos en comparación con la actualidad, pero al contrario del miedo existente de que esto suponga una dura competencia para los trabajadores, desde el FEM predicen que esto a su vez generara una oleada de creación de nuevos puestos laborales, los cuales estiman en más de 133 millones. Esta creación de empleos serían más que suficiente, ya que se espera que la pérdida de empleos a causa de los robots este sobre los 75 millones, por lo que su implementación sería más provechosa y generarían más oportunidades laborales.

Y es que no debemos olvidar que todo cambio tecnológico al que nos hemos enfrentado a obligado a nuestras sociedades a transformarse y en dicho proceso si bien es cierto que se han perdido puesto de trabajo ‘tradicionales’, a su vez los cambios tecnológicos han ido acompañados de creación de nuevos puestos de trabajo. Estas diferencias históricas y culturales en el desarrollo de la robótica tienen consecuencias profundas: la robótica occidental está fuertemente entrelazada con la investigación militar, mientras que la robótica oriental se centra en la asistencia, el cuidado sanitario y la industria. La robótica presento cambios a través del tiempo marcados por cuatro generaciones importantes, cada una con su nivel de alcance de acuerdo a los recursos científicos de cada época.

Conclusiones

La invención del humano por crear figuras que se movieran permitió llegar a los avances tecnológicos y científicos que se tienen ahora, la era antigua guiada por la fabricación de figuras con movimientos repetitivos fue la gran base de la robótica. La era marcada por la definición de la robótica y las tres leyes permitieron plantear la creación de los primeros robots y la automatización de la industria reemplazando labores de dificultad para el hombre que mejoraron su calidad de vida. La necesidad de las industrias por aumentar su capacidad y no quedar atrás en tecnologías e innovación genero una aceleración y velocidad en la robótica que al final afianzo y definió otros conceptos como la automatización. En general, la aplicación de la robótica a diferentes sectores se caracterizó por la necesidad del mejoramiento de los procesos, la estructuración tanto del entorno como de la tarea a realizar y la rentabilidad del tiempo y dinero en las diferentes áreas de la ciencia. La robótica ha sido un articulador de desarrollo social y cultural encaminado hacia el alivianamiento de las tareas del ser humano. Aunque el término “robot” es un concepto relativamente nuevo, pero en el imaginario social desde épocas antiguas ha existido la posibilidad de realizar creaciones de seres capaces de recrear no solo el movimiento del ser humano si no, también sus comportamientos, sensaciones, sentimientos. El mundo está a merced de la tecnología, los robots han tenido un papel importante, desde generar entretenimiento hasta realizar tareas cotidianas o especializadas que el ser humano prefiere no ejercer, por comodidad, seguridad o por incapacidad.

Ilustración 3. Historia de la robótica, línea del tiempo.



Fuente: Elaboración propia, Proyecto Historia de la robótica. Corporación Tecnológica Industrial Colombiana TEINCO 2019

REFERENCIAS

- Aguilar, D. P. (2016). *El panorama literario tecnico científico en Roma siglos I-II*. Salamanca, España: Ediciones Universales De Salamanca.
- Baum, L. F. (1900). *El Maravilloso Mago De OZ*. En L. F. Baum, *El Maravilloso Mago De OZ* (págs. 50-52). Chicago: George M. Hill Company.
- Bennett, S. (1979). *A history of control engineering: 1800-1930*. Londres: Peter Peregrinus.
- Blasco, Y. (2018). *Los efectos de la robotización y de la inteligencia artificial en el sector automotriz*. Trabajo de grado. Facultad de Economía y Empresa.
- Cheng, N. G., M. B. Lobovsky, S. J. Keating, A. M. Setapen, K. I. Gero, A. E. Hosoi and K. D. Iagnemma (2012). *Design and analysis of a robust, low- cost, highly articulated manipulator enabled by jamming of granular media*. *Robotics and Automation (ICRA), 2012 IEEE International Conference on, IEEE*.
- Farington, B. (1953). *La Ciencia Griega*. McGraw-Hill book company.
- Fu, K., González, R., & Lee, G. (1990). *Robótica control, detección, visión e inteligencia*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Frith, M. (2005). *¿Quién fue Thomas Alba Edison?* New York: Penguin Group inc USA.
- García, I. (2016). *Arte y robótica. La tecnología como experimentación estética*. Madrid: Casimiro.
- Hobsbawm, E. (1998). *Historia del Siglo XX*. En M. Joseph, *Extremes. The short twentieth century 1914-1991*. Argentina: Española.
- Hockstein, N. (2007). *A history of robots: from science fiction to surgical robotics*. *J robotic Surg.*
- JJ, C. (2000). *Introduction to robotics*. Estados Unidos: Reading (MA).
- Jorge, A. (2002). *Fundamentals of robotics mechanical systems theory, methods, and algorithms*. *Journal of Robotic Surgery*.
- Lorenzini, C. (1882). *Le avventure di Pinocchio*. Italia: *Giornale per i bambini*. Ortega, A. (2014). *La imparabile marcha de los robots*. Madrid: Alianza Editorial.
- Pons, C., Giandini, R., & Arévalo, G. (2012). *A systematic review of appying modern software engineering techniches to developing robotc system*. Scielo.
- Saavedra, M. D. (1605). *Que trata de la aventura de la cabeza encantada, con otras niñerías que no pueden dejar de contarse*. En M. D. Saavedra, *El Ingeniso Hidalgo Don Quijote De La Mancha* (pág. 895). Madrid: Saturnino alleja Fernandez.
- Spencer, R. (2000). *A primer on robotics: justifying the use of robotics*. *Robotics World*.
- Sánchez, M., Millán, F., Palou, R., Rodríguez, E., & Villavicencio, H. (2007). *Historia de la robótica: Arquitas de Tarento al robot Da Vinci (Parte II)*. Scielo.
- Shepherd, R. F., F. Ilievski, W. Choi, S. A. Morin, A. A. Stokes, A. D. Mazzeo, X. Chen, M. Wang and G. M. Whitesides (2011). "Multigait soft robot." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(51): 20400-20403
- Wallén, J. (2008). *The history of the industrial robot*. Technical report from automatic control at Linkopings universitet. Linköpings Universitet.

Influencia del Producto Chocoramo en el Sistema Límbico Para la Toma de Decisiones.

Adriana María Oviedo Llanos

Integrar, SIE (Corporación Tecnológica Industrial Colombia - TEINCO, Av. calle 63 #22-39, adriana.oviedo@teinco.edu.co). Economista, especialista en Gerencia en Comercio Internacional, candidata a Maestría en Derecho Económico Internacional, Comercio, Transacciones e Inversiones por la Universidad Externado de Colombia. Docente y líder de investigación, programa de Administración de Empresas y Contaduría Pública en la Corporación Tecnológica Industrial Colombia – TEINCO.

Johanna Alexandra Buitrago Bermúdez

Integrar, SIE (Corporación Tecnológica Industrial Colombia - TEINCO, Av. calle 63 #22-39, mariafjbuitrago@gmail.com). Tecnólogo en procesos Administrativos de la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana – TEINCO, integrante del semillero Neuromarketing.

Fredy Alberto Fuertes Nájera

Integrar, SIE (Corporación Tecnológica Industrial Colombia - TEINCO, Av. calle 63 #22-39, dyfre3849@gmail.com). Tecnólogo en procesos Administrativos de la Corporación Tecnológica Industrial Colombiana – TEINCO, integrante del semillero Neuromarketing.

Resumen

Se realizó un estudio cuyo propósito es determinar la aplicación estadística descriptiva para analizar el comportamiento del sistema límbico del consumo del producto CHOCORAMO en una población universitaria de la zona de Chapinero. La finalidad es explicar a través de la técnica la conceptualización del neuromarketing y la economía conductual la relación con el deseo y necesidad de consumo con el producto del mercado.

Palabras clave: Neuromarketing; Sistema Límbico; Economía conductual; Neurociencia, Marketing.

Abstract

A study was conducted whose purpose is to determine the descriptive statistical application to analyze the behavior of the limbic system of the consumption of the CHOCORAMO product in a university population in the Chapinero area. The purpose is to explain through the technique the conceptualization of neuromarketing and behavioral economics the relationship with the desire and need for consumption with the product of the market.

Keywords: Neuromarketing; Limbic system; Behavioral economics; Neuroscience, Marketing

Identificación de la Investigación

Este capítulo de libro es resultado del proyecto de investigación titulado *“Influencia del producto CHOCORAMO en el sistema límbico para la toma de decisiones”*, proyecto en estado terminado, financiado por “Corporación Tecnológica Industrial Colombia - TEINCO”.

Introducción

La unión de los conocimientos no se da por simple lógica, la unión de los conocimientos es la facultad que tiene el ser humano para comprender a través de la razón, como los estímulos impulsadas por los sensores neurotransmisores de información que favorecen en la toma de decisión de los agentes consumidores en la selección de un bien, servicio, marca o empresas aportando bienestar de consumo.

Lo anterior ha propiciado en los últimos años que diferentes áreas de conocimiento estén estudiando la relación de los impulsos neurotransmisores con respecto a la elección de un producto como es el caso del “reto Pepsi” (Lindstrom, 2010), que a mediados de los años 70’s, la empresa decidió realizar un experimento a ciegas para determinar la preferencia de consumo del mercado de gaseosas en Estados Unidos; el resultado fue que el posicionamiento de la marca líder de gaseosa no presentaba mayor significancia de elección de consumo con respecto a Pepsi.

A partir del ejercicio utilizado por Pepsi, la neurociencia, marketing, economía conductual y/o psicología han permitido el alcance de estudio del cerebro con respecto al consumo de los agentes racionales, partiendo de la premisa que el ser humano es racional en su toma de decisiones en un mercado de acceso a bienes y servicios por medio. Por otro lado, el uso de la estadística descriptiva hasta la tecnología avanzada a partir de resonancias magnéticas ha contribuido con el análisis cerebral y de los comportamientos del individuo que la ciencia a lo largo del proceso evolutivo del homo ha tratado de responder y resolver dicha toma de decisiones.

En relación con lo anterior, el presente artículo de investigación de carácter exploratoria y descriptiva aborda desde la técnica de estadística cualitativa como el neuromarketing ha influenciado el consumo del producto Chocoramo en una zona universitaria localizada en la localidad de Chapinero, demostrando si el análisis teórico de neuromarketing puede crear estrategias que permitan potenciar el producto, servicio, marca o empresa.

Se cuentan con dos bases conceptuales con las que se desarrollará la investigación correspondiente a la construcción de un estado de arte que comprenda neuromarketing y corrientes como sus herramientas a través de un análisis estadístico de carácter primario.

Estado de arte

El cerebro es un órgano voluminoso que presenta la mayoría de los seres vivos como los vertebrados y el ser humano e invertebrados que ha evolucionado acorde a los factores otorgados por el mismo hábitat; es así como el proceso evolutivo del homo analiza desde las condiciones biológicas, geológicas, arqueológicas, antropológica, poblacionales entre otras la acomodación del cerebro y el cuerpo relatado en la teoría evolutiva⁴, el cual Charles Darwin enfoca que las áreas de las ciencias y la selección natral explica los patrones heredados o modificados por el hábitat (Zapata, 2009, pág. 107) y la descendencia.

Los procesos documentales de la funcionalidad del cerebro parte desde la edad antigua y los primeros filósofos que a través de preguntas existenciales empezaron a indagar la funcionalidad de órgano, convirtiendo desde entonces el estudio de las acciones en un proceso transcendental otorgando con el paso de los años que el cerebro es uno de los órganos más importantes para el funcionamiento motriz del cuerpo.

Psychothérapeute (2018) describe que el cerebro es uno de los órganos que más tarde en desarrollarse a lo largo de la vida de cualquier ser humano, esto se explica por las conexiones sinápticas emitidas por el sistema nervioso central (SNC) que controla las estructuras cerebrales⁵. A partir de la descripción anterior, UNICEF; A. Campo (2014) define que la Neurociencia está encargada del estudio científico del sistema nervioso central, las funciones del cerebro y su estructura, el cual emite unos impulsos denominados comandos de respuestas del cuerpo humano y animal resultando una serie de interacciones químicas y eléctricas de nuestras células que activa la sinapsis sensoriales y motriz.

Por su parte, el marketing se ha encargado de estudiar las variables del mercado que han determinado la toma de decisiones de la población; Kotler y Lane (2006, pág. 7), Díaz (2014, pág. 11) define al marketing como un proceso orientado a un grupo de individuos mediante la creación de la oferta y el libre mercado de productos y servicios con la finalidad de satisfacer una necesidad aparente del consumidor no correspondiente a la realidad (Díaz, 2014, pág. 12) creada por el mismo mercado.

Dicho lo anterior, a principios del siglo XXI se origina el concepto de neuromarketing (Díaz, 2014, pág. 13) ocasionado en el conocimiento de dar a conocer las respuestas químicas del cerebro de cada agente en un mercado, entendiéndose como consumidores y personas desde otras ciencias. La aplicación del neuromarketing se explica desde las ciencias naturales y sociales como una táctica de respuesta al éxito de una campaña publicitaria, producto, servicio o marca.

Acorde con las definiciones expresadas se concibe que la lógica del libre mercado donde las empresas crean desarrolla y modifican aquellos productos de consumo con el fin de satisfacer las necesidades biológicas del individuo; no obstante, es importante resaltar que el mismo mercado crea dichas necesidades de consumo del individuo debido a que desconoce lo que realmente necesita. El modelo económico de libre mercado ha convertido desde el análisis psicológico y/o economía conductual, en un modelo mental de necesidades racionales e irracionales, donde se ha investigado por medio de la utilización de tecnologías avanzada cual es la actividad cerebral al momento de consumir un bien o servicio.

La utilización de imágenes contrastadas a partir de las resonancias magnéticas, electroencefalograma y la nueva tecnología 4.0 por medio de la inteligencia artificial e internet de las cosas permite medir las respuestas emitidas por la sinapsis del individuo por dicha toma de decisión motivada o creada por la empresa.

La tecnología involucrada en el análisis de neuromarketing es altamente sofisticada, en donde los consumidores pueden mentir; mientras con los resultados estadísticos no lo puede hacer (Super Digitalizados, S.f). Es así como el neuromarketing permite estimar el pensamiento de cada persona con respecto a la toma de decisión en una compra, lo que se estima es que el 95%6 de nuestro pensamiento se lleva a cabo cuando presentamos una acción de la mente subconscientes y a medida que se avanza en las investigaciones con respecto a los deseos y necesidades del mercado se garantiza a través del neuromarketing el éxito de una marca, bien o servicio que quizás la investigación de mercado no alcanza abarcar.

Homo: Antrop. Género de primates superiores del grupo de los homínidos, que comprende al HOMBRE actual y sus anteriores fósiles. Su origen se remonta a pleistoceno inferior. Se divide en tres especies: Homo habilis, Homo erectus y Homo sapiens. Tomado de Nueva Enciclopedia ESPASA (ESPASA CALPE, 1998, pág. 73).

Sinápticas: Es el lenguaje neuroquímico producido por las redes neuronales de nuestro encéfalo. La sinapsis, es un mecanismo y estímulo químico de las neuronas como lenguaje de comunicación con las células (National Geographic Channel, 2019). Es decir, el cerebro, aproximadamente produce más de 100 mil millones de neuronas y se conecta con otros 50 mil millones más por un impulso eléctrico y nervioso Fuente especificada no válida., una sinapsis.

Análisis de neuromarketing

El objetivo del neuromarketing como se ha esbozado en este documento tiene como finalidad dar a conocer y comprender los niveles de atención que muestran las personas a diferentes estímulos al momento de adquirir una cosa (Mglobal Marketing Razonable, S.f). La finalidad del usar las técnicas dadas por el marketing es captar las diferencias o distinciones de cada persona con el resultado de comprender de mejor manera y sin manipular el cerebro de los agentes.

El neuromarketing estipula tres tipos de estudio, aunque se puede desarrollar más tipos se considera los principales como: auditivo, visual y kinestético; lo anterior permite analizar los impulsos sinápticos del sistema nervioso activando por zonas del cerebro durante el proceso de compra.

Neuromarketing. Tomado de S.D – Super digitalizado (Super Digitalizados, S.f).

Neuromarketing Auditivo

Consiste en todo aquello que nuestro sistema auditivo (oído) percibe con la emisión de algún sonido por ejemplo al destapar la Coca Cola. Se calcula que el oído humano es capaz de diferenciar unas 30.000 frecuencias diferentes (Choez Jaramillo, Domínguez, & Olvera Elao, 2018). Si bien cada individuo es sensible con los sonidos de un empaque, nota musical, naturaleza entre otros, el marketing utiliza la publicidad para activar el consumo.

El resultado de utilizar herramientas como esta, es que se puede llegar a establecer la memoria de recuerdos sobre las experiencias relacionadas con el sonido a lo largo de la vida.

Neuromarketing Visual

El sentido visual también genera memoria de recuerdo. Esta técnica se emplea con la finalidad de analizar y determinar la relación del cerebro y la sensibilidad emitida por el sistema nervioso para la compra de algún objeto. Un caso tradicional en los individuos se prestar atención cuando las vallas publicitarias relaciona la palabra “gratis”, “descuento”, “oferta” entre otros; la reacción inmediata es que el agente se dirige al establecimiento con estas palabras vista en un medio de publicidad.

Otro caso son las propagandas televisivas que mezcla los sentidos visuales y auditivos, recordemos las propagandas de salchichas, gaseosas helada en el mar, perfumes, moda, tecnología. Está demostrado que una imagen llega siempre de forma muchísimo más rápida al cerebro (Choez Jaramillo, Domínguez, & Olvera Elao, 2018), conectando el mensaje que transmite el sistema nervioso con la acción de compra, creando una necesidad y éxito del bien o servicios.

Neuromarketing Kinestético

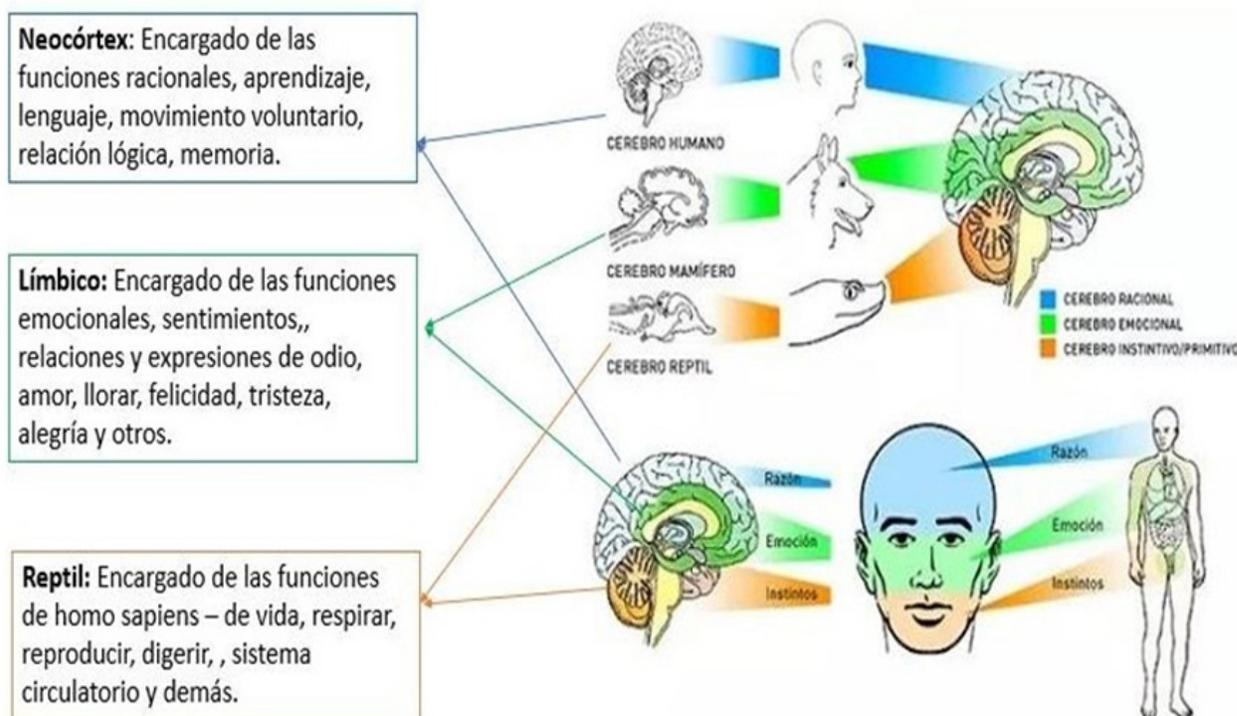
Este tercer tipo de Neuromarketing es el que se basa en lo que percibimos con el sentido del tacto, el olfato y el gusto (Choez Jaramillo, Domínguez, & Olvera Elao, 2018). El Neuromarketing Kinestético, es una técnica que se encuentra en desarrollo por el marketing, dado a que se enmarca todas las percepciones en tres sentidos. Algunos ejemplos que se puede relacionar es la acción de comprar un helado: el sentido del tacto percibe si esta frío, congelado, la crema se deshace y demás.

El sentido olfativo percibe todas aquellas sensaciones llevando al imaginativo de es delicioso, huele bien, es a fresa o vainilla y finalmente el sentido gustativo que nuestra memoria empieza a descubrir y distinguir la suavidad, dulce o amargo y demás. Identificar este proceso con un solo producto ha permitido descubrir la selección de un producto a través de patrones que el neuromarketing descubre a causa del cerebro triuno.

Cerebro triuno: Analogía de las necesidades

Paul MacLean a lo largo de sus investigaciones desarrollo la teoría del cerebro triuno (Diaz, 2014, pág. 33) manifestando que el ser humano posee tres cerebros: reptil, límbico y de neocorteza. Este planteamiento realizado MacLean desde la teoría psicológica reside en que la generación de necesidades y la conexión del sistema nervioso permite la iteración permanente del cerebro triuno de la conducta humana (Seijo & Barrios, 2012); esta posición no ha tenido mayor relevancia en la comunidad científica entre neurólogos que aporte al desarrollo de la rama (The Society for Neuroscience, S.f), pero la objetividad de estudio en las ciencia socio humanística ha denominado que: El cerebro neocórtex se encarga de todas las funciones lógicas; límbico de las funciones emocionales y reptiliano de las funciones de sobrevivencia ver ilustración 1.

Ilustración 1. Cerebro triuno



Fuente: Seijas (2018). Elaboración propia Oviedo. A (2019). Recuperado de <https://eneagramadelapersonalidad.com/2018/01/04/los-tres-cerebros-eneagrama-la-personalidad/>

En contexto, el consumidor en la economía conductual en relación con el neurocomprador permite analizar en el caso del Cerebro neocórtex, la generación de aquellas capacidades cognitivas para la resolución de problema empleando la razón y la memoria. El cerebro límbico denominado mamífero, regula y segrega aquellas hormonas de felicidad, tristeza, rabia, odio, amor localizadas en el tálamo, hipotálamo, hipocampo y las amígdalas (Díaz, 2014, pág. 36), y finalmente el cerebro reptiliano, está constituido por las funciones fisiológicas y autorregulador para la supervivencia del ser humano que está en la capacidad de pensar mas no sentir.

Los hemisferios del cerebro y la elección

El cerebro, presenta dos mitades que emite por medio de las conexiones neuronales, los estímulos recibidos por cada sentido que procesa toda la información clasificada acorde al entorno y especialidad de la relación mente, espacio y cuerpo de ser humano.

Los hemisferios del cerebro (ver ilustración 2) permite la conexión entre las neuronas del cuerpo calloso de la corteza cerebral y ejemplifica la movilidad de la mano derecha con la izquierda, existe la conexión del tálamo e hipotálamo regulando los sentidos y órganos del cuerpo con las fibras nerviosas.

Ilustración 2. Hemisferios cerebrales

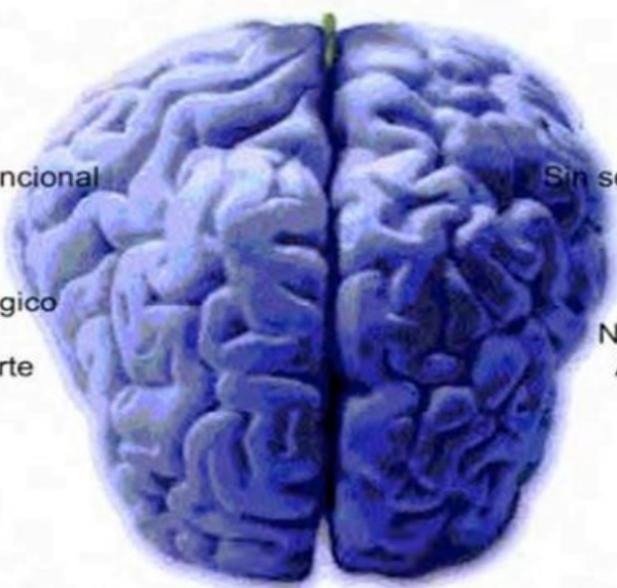


Fuente: (MedlinePlus, S.f), Oviedo. A (2019). Recuperado en https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/8753.htm

Los dos hemisferios ocupan la totalidad del 90% del volumen del cerebro, equivalente al centro de operación de aprendizaje, memoria y movimientos planificados realizado por el cuerpo. En vista a este volumen, el neuromarketing se concentra en la división y relación interna del cerebro que “comprende los cambios en la conducta entre la realidad observada y la experiencia” (Stanton, Etzel y Walker, 2007, pág. 109), (Martínez, S.f, pág. 1), esto es el aprendizaje del consumidor como menciona Thaler (2018) que constituye la toma de decisiones que experimenta el agente bajo unas preferencias y expectativas definidas por los hemisferios cerebrales (ver ilustración 3).

Ilustración 3. Hemisferios cerebrales y sensores

No.	Hemisferio Izquierdo	Hemisferio Derecho
1	Lógico	Ilógico
2	Analítico	Sintético
3	Matemático	Artístico
4	Objetivo	Analógico
5	Concreto	Metafórico
6	Unicidad	Semejanzas
7	Temporal	Atemporal
8	Dirigido, intencional	Sin sentido o dirección
9	Racional	Irracional
10	Lineal	Espacial
11	Focalizado	Holístico
12	Fenomenológico	Intuitivo
13	Verbal	No verbal, inefable
14	Parte por parte	Agrupar conjuntos
15	Frío	Sentimental
16	Inflexible	Flexible
17	Directo	Sinuoso
18	Serio	Juguetero
19	Esperado	Inesperado
20	Formal	Frívolo
21	Exterior	Interior
22	Naturalmente <u>Consciente</u>	Naturalmente <u>Inconsciente</u>



Fuente: (Figueroba & Psicología y mente, S.f), (Oviedo, A. Neuromarketing: explorado la influencia del cerebro de los consumidores: caso Chocoramo, 2019)

Metodología

El presente artículo de investigación corresponde a la respuesta de un interrogante que se generó sobre producto tradicional colombiano exitoso en Colombia y el exterior sobre las técnicas de marketing que presenta el producto, posicionamiento de venta y promoción del producto. Se propone realizar una muestra técnica piloto para la comprobación si la utilización de neuromarketing podría garantizar el éxito del producto en la memoria de los colombianos y este es el caso CHOCORAMO.

La investigación es de carácter exploratorio y descriptiva que da lugar a enlazar el neuromarketing que es la ciencia que estudia el cerebro del consumidor como estrategia de marketing con el comportamiento de un producto estrella de la marca Ramo.

También posee un carácter cualitativo y cuantitativo, puesto a que se realiza una encuesta a modo piloto en un grupo universitario de la localidad de chapinero, el resultado de esta muestra determinara la conexión de la memoria y el neuromarketing.

- a) Población meta: Prueba piloto: Hombres y Mujeres, distintas edades; distintos estratos; destinos ingresos brutos mensuales, consumidores de productos de panaderías o indeterminados.
- b) Técnica de muestreo: Muestreo no probabilístico.
- c) Tamaño de la muestra: 87 muestras
- d) Realización: Distribución de la muestra por juicio, la aplicación de la encuesta se realizó aleatoria a personas reunidas en una conferencia para la participación del experimento.

Desarrollo

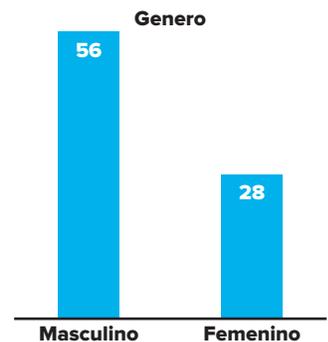
Productos Ramo S.A. es una compañía tradicional colombiana de alimentos con presencia nacional e internacional que se especializa en productos tipo panadería como pasteles y bocadillos. Cuenta con 65 años de funcionamiento y a lo largo del crecimiento de la empresa, se ha reinventado y mejorado los procesos de producción y tecnificación en la planta de producción, conservando las recetas tradicionales y sabores populares garantizando la calidad de los productos como Gala, CHOCORAMO, Gansito, Maicitos, Barra de CHOCORAMO y demás.

En el caso de CHOCORAMO, es uno de esos productos insignias de un país como el colombiano y acorde al estudio del politécnico (2015) se ha identifica que la lonchera de los niños en edades de 6 a 11 años lleva un CHOCORAMO diariamente. La utilización de los sensores refleja una fuerte relación entre la marca y producto fuertemente en los niños. EMIS (2019) informa que CHOCORAMO exhibe una demanda con tendencia a crecimiento y mantenimiento en los mercados internacionales localizados en Estados Unidos, Canadá, Chile, Australia y Paraguay, estimulada por aquellos colombianos que residen en dichos países; el presidente de productos Ramo, Jaime Echavarría señala que las ventas unitarias del producto alcanza aproximadamente las 143 mil unidades al año, lo que representa para la empresa venta de \$470.000 mil millones pesos (EMIS & UExternado, 2019). Acorde con el panorama anterior, se plantea la investigación de carácter descriptivo desde la perspectiva de mercado, memoria de producto y marco teórico, cuantitativo porque se utiliza una encuesta a 87 personas como prueba piloto enfocada a analizar neuromarketing aplicado al producto CHOCORAMO por medio de preguntas cualitativas.

Resultado

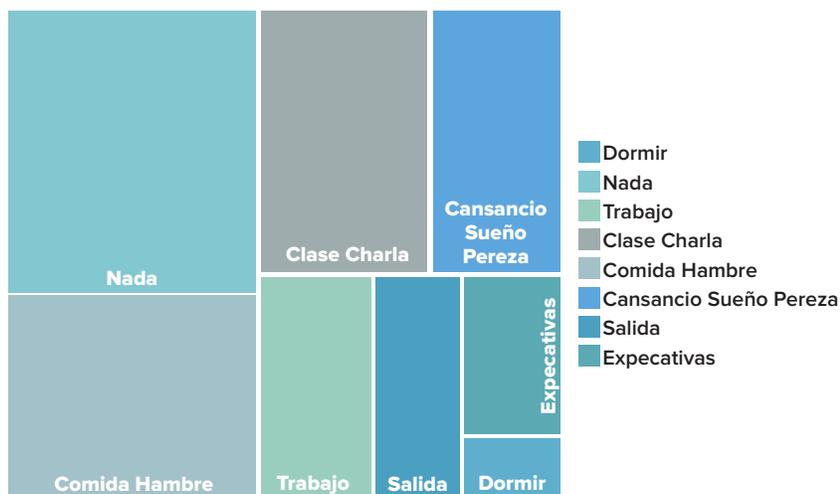
De 84 estudiantes encuestados el 52% son hombre y el 33.33% son mujeres (ver gráfica 1), permitiendo analizar en la muestra poblacional ¿qué está pensando antes de consumir el producto?, resultando que, de 84 encuestados, el 26.19% no está pensando en nada, el 16% en comida hambre y el 11% cansancio sueño y pereza, es decir que el cerebro con respecto a la pregunta se comportó 50-50 en los hemisferios a preguntas racionales y emocionales (ver gráfica 2).

Gráfica 1. Población encuestada.



Fuente: Elaboración propia (2019)

Gráfica 2. ¿qué está pensando?
¿En qué estoy pensando en estos momentos?



Fuente: Elaboración propia (2019)

Al observar el empaque empezamos a analizar el neuromarketing visual, a ello se pregunta en la muestra ¿Qué recuerdos involucra el empaque de CHOCORAMO?, derivando que el 63% al ver el empaque de CHOCORAMO tuvo recuerdos de su infancia y el 20% le trae recuerdos de la familia y el 8% al ver el empaque pensó en comida. Lo que indica que el producto es tradicional, atado a la memoria de recuerdo visual en la memoria de los colombianos reviviendo momento vividos desde la niñez.



Es importante resaltar que el empaque de CHOCORAMO actualmente presenta una medida de protección para evitar que otras empresas se copie de la imagen, diseño y color que tiene el mismo producto. El producto es de empaque anaranjado y la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) (2017) otorgo a Productos Ramo S.A el registro de este color (Pantone C021), limitado por la forma de la figura bidimensional (Ver ilustración 4), lo que permite a cualquier consumidor identificar los productos RAMO como pasteles, bizcochos, tortas y ponqués.

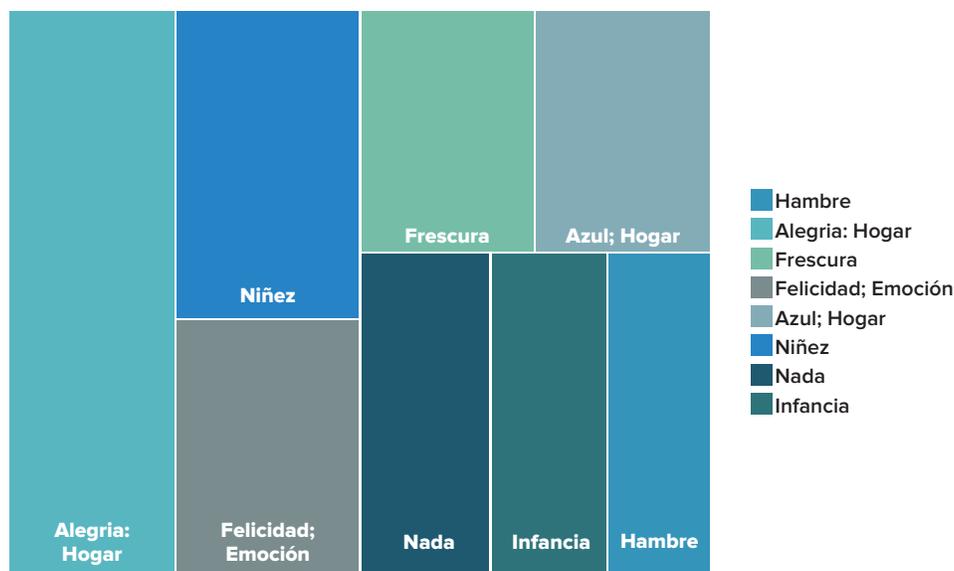
Ilustración 4. Empaque CHOCORAMO.



Fuente: Superintendencia (2017).

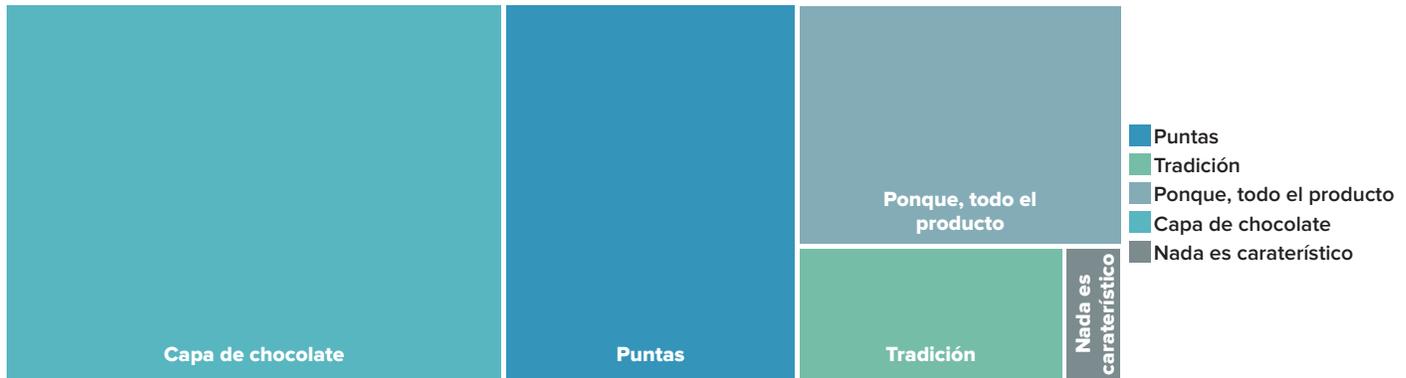
Teniendo en cuenta los colores que caracterizan al producto, se procede con la pregunta ¿qué inspira los colores de CHOCORAMO?, reflejando que el 23,80% mencionó la alegría del hogar; mientras que el 14,28% se acordó de la niñez, el restante en la felicidad y emoción (11,90%). Se concluye en cuanto al neuromarketing visual del producto, que los colores inspiran son la alegría del hogar y la niñez y las emociones que tiene cada persona.

Los Colores que inspiran (Piensa en una marca; paisaje; sueño o recuerdo)



Con respecto al neuromarketing Kinestético, se analiza las características que posee el producto con los sentidos de olfato, tacto y gusto (Ver grafica 5).

Gráfica 5. Características del CHOCORAMO
 ¿Qué es lo más característico de un Chocoramo?



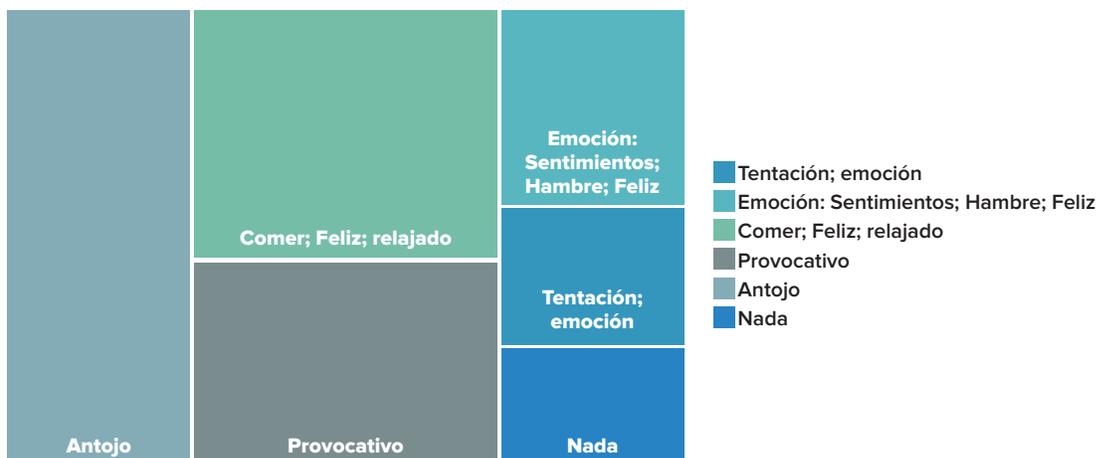
Fuente: Elaboración propia (2019)

Es así como de 84 personas, el 54% están de acuerdo que la capa de chocolate es lo que caracteriza al producto; el 32% piensan que son las puntas del producto lo que más identifica al CHOCORAMO; lo que nos lleva a pensar que al ser el único producto con una capa gruesa de chocolate deja gran impacto entre estos consumidores y se evidencia que es el éxito en el mercado más que ser tradicional.

Asimismo, se observa en la muestra que 38 personas que vio otra característica de producto y que no se encontraba dentro de las opciones responde el 48% que el sabor es otra característica del CHOCORAMO, un sabor difícil de igualar para la competencia y en un 10% responden a la textura. La característica del producto lo han hecho tener claro a los compradores por que consumen el producto desde la infancia. Examinando los sentimientos del cerebro con el producto se observa que el cerebro límbico a la pregunta ¿Qué siente cuándo destapo el CHOCORAMO? en la muestra, se obtiene que el 27,23% menciono antojo al producto CHOCORAMO, mientras que el 20,23% que el producto es provocativo y el 11,90% se acordaron del sentimiento emociones, hambre y ser feliz delectando el producto. Lo que indica, que apenas ve el producto se antoja de comprar el CHOCORAMO (Ver grafica 6).

Gráfica 6. Sentimiento del producto.

¿Qué siente cuándo destapo un chocoramo?



Fuente: Elaboración propia (2019)

Las percepciones que un producto puede tener es uno de los factores de éxito de posicionamiento de este como de la marca y empresa, es así que en el caso de CHOCORAMO se examina la relación del paladar con respecto a la pregunta ¿qué sabores percibió del producto?

Lo anterior permitirá cual es la importancia de sabores que contiene el producto con respecto a la memoria de selección (Ver gráfica 7).

Gráfica 7. Percepción de sabores.
¿Qué sabores percibió del producto?

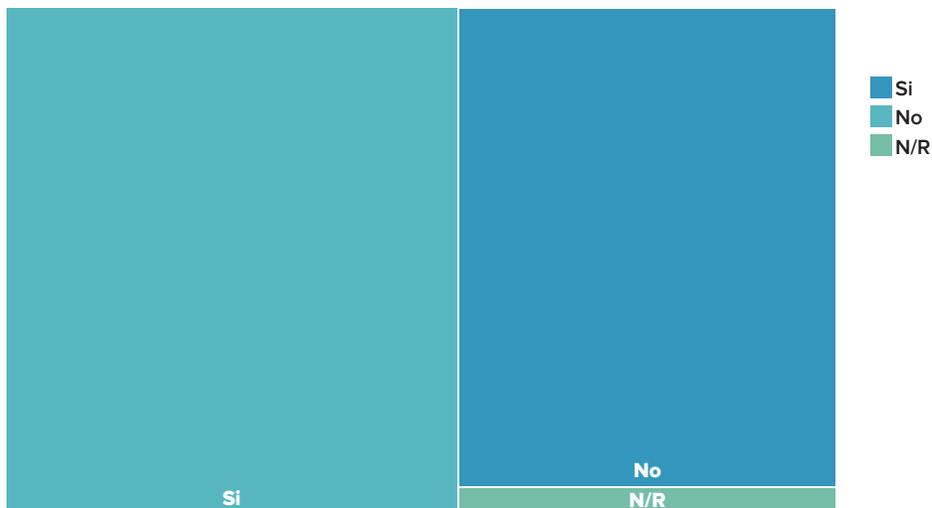


Fuente: Elaboración propia (2019)

Del 84 encuestado, el 72,61% menciona lo delicioso que es el CHOCORAMO, mientras que el 23,80% lo fresco y suave que el producto y el 3,57% lo hostigante (empalagoso y/o dulce). Lo que indica que del tamaño de la encuesta el producto es muy delicioso y provocativo a la hora de consumir.

Finalmente se plantea si el producto presenta un sustituto en el mercado, desde la mirada del neuromarketing los productos al no ser exitoso por los sentidos de los individuos resultasen en una sustitución para la satisfacción de la necesidad del momento. Por ello, resulta interesante que de 84 persona el 47% considera que no existe otro producto igual que al CHOCORAMO, dado a que el sabor, frescura es incomparable; mientras que el 37% dijeron que si encuentra un producto sustituto.

Gráfica 8. Sustituto de CHOCORAMO
¿Qué sabores percibió del producto?

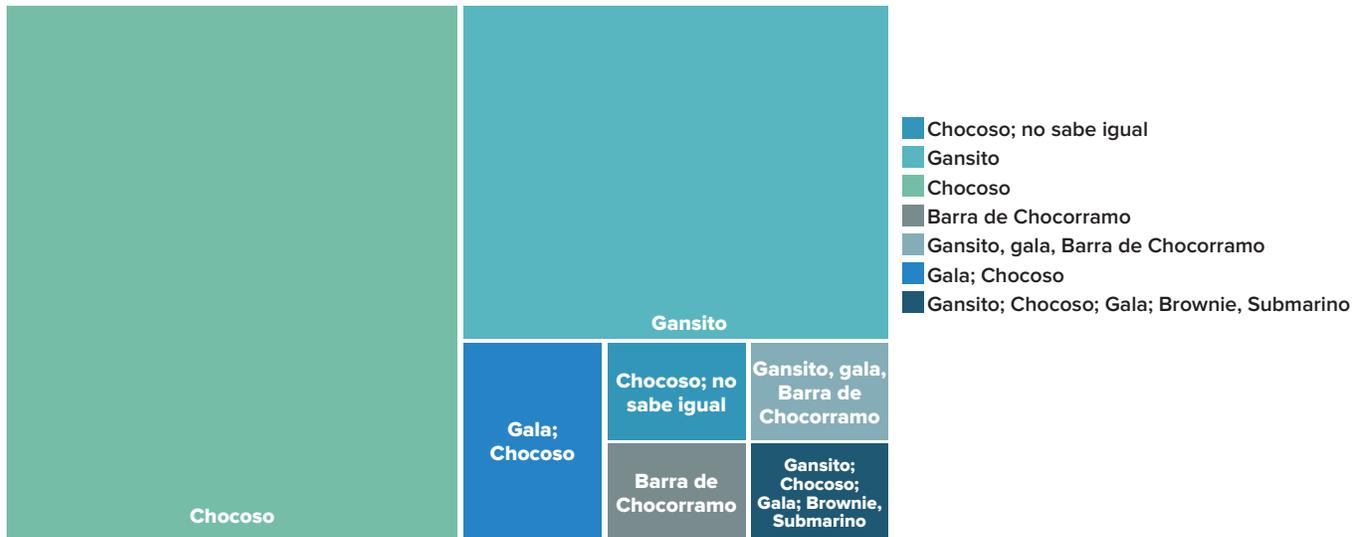


Fuente: Elaboración propia (2019)

Los productos similares al Chocoramo obtenidos en la muestra considera el 17% prefiere Chocoso de la empresa Bimbo; 10% Gansito de la empresa Ramo (Ver grafica 9).

Gráfica 9. Qué productos son sustitutos.

Existe un producto sustituto del Chocoramo ¿Cual?



Fuente: Elaboración propia (2019)

Conclusiones

El Neuromarketing, está fundamentado en las emociones, en el inconsciente del cerebro del agente y se ha establecido en las ciencias socio humanística de herramienta de análisis innovador en términos de comunicación. También, que la publicidad representa aquellas necesidades del consumidor con la promoción, distribución, localización y demás del bien o servicio, dejando en claro el predominio del carácter emocional del ser humano en la toma de decisiones por encima de lo racional.

La marca CHOCORAMO, es una marca que brinda confianza al consumidor que brinda garantías de calidad y eso son características fundamentales para que un individuo otorgue a la empresa confianza y de respaldo.

La estrategia de publicidad que se le ha dado a este producto en su mayoría va de la mano con la distribución, puesto a que Ramo utiliza en los triciclos y/o vehículos de repartición y distribución mensaje que motivan una compra casual; sin embargo, no dejan de lado campañas de recordación como su cambio de empaque por momentos conmemorativos para nuestro país como lo fue la campaña contra el cáncer de mamá y el cambio de color de empaque anaranjado a rosa.

El comportamiento del consumidor en el análisis investigativo demuestra que si bien Chocoramo es un producto que se vende por sí solo a través de utilizar investigación de mercado; el neuromarketing nos representó en esta muestra piloto que las personas se casan con un producto por medio de memoria de recuerdos ejercidos en algún momento como lo es la infancia, el hogar, amistad, el trabajo enmarcó la necesidad de consumo con respecto a las emociones ,recuerdos y estado de ánimo establecido por el cerebro límbico.

REFERENCIAS

- Aguilar, D. P. (2016). El panorama literario técnico científico en Roma siglos I-II. Salamanca, España: Ediciones Universales De Salamanca.
- Andalucía, Federación De Enseñanza De OO.CC de. (8 de Mayo de 2010). Herón de Alejandría. Un gran tecnólogo en la. TEMAS APARAA LA EDUCACION(8), 6. Recuperado el Domingo de Septiembre de 2019/10/11, de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd7206.pdf>
- Baum, L. F. (1900). El Maravilloso Mago De OZ. En L. F. Baum, El Maravilloso Mago De OZ (págs. 50-52). Chicago: George M. Hill Company.
- Bennett, S. (1979). A history of control engineering: 1800-1930. Londres: Peter Peregrinus.
- Choez Jaramillo, H., Domínguez, J., & Olivera Elao, G. (2018). GRUPO 10.2 EVOLUCION DE LOS DEPARTAMENTOS DE VENTAS. 20. Ecuador. Recuperado el 12 de 09 de 2019, de https://www.academia.edu/37029285/GRUPO_10.2_EVOLUCION_DE_LOS_DEPARTAMENTOS_DE_VENTAS
- Díaz, R. (2014). Neuromarketing. Marqueteando deseos. (Editora Macro EIRL ed.). México, México: Macro EIRL. doi:978-612-304-213-4
- EMIS, & UExternado. (27 de 02 de 2019). Colombia: Ramo launches health food line. (EMIS, Ed.) Bogotá, Colombia. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de <https://basesbiblioteca.uexternado.edu.co/login?url=https%3a%2f%2fwww.emis.com%2fphp%2fsearch%2fsearch>
- Erlande Brandemburg, R. P. (1986). the sketchbook of villard de honnecourt. Madrid: Ediciones Akal.
- ESPASA CALPE. (1998). Nueva Enciclopedia ESPASA. Nueva Enciclopedia ESPASA - Tomo 3, 1, 1-185. España: Espasa Calpe S.A. doi:84-239-9341-8
- Farington, B. (1953). La Ciencia Griega. McGraw-Hill book company.
- Figueroba, A., & Psicología y mente. (S.f). Psicología y mente, Digital. Recuperado el 12 de 07 de 2019, de <https://psicologiymente.com/psicologia/teoria-perspectivas-daniel-kahneman>
- Frith, M. (2005). ¿Quién fue Thomas Alba Edison? New York: Penguin Group inc USA.
- Lindstrom, M. (2010). Buyology: Verdades y mentiras de porque compramos. (Vol.2). Barcelona, España: Ediciones gestiones 2000. doi:9788498750560
- Lorenzini, C. (1882). Le aventure di Pinocchio. Italia: Giornale per i bambini. Martínez, E. (S.f). Los hemisferios cerebrales y su relación con la mercadotecnia. Recuperado el 14 de 07 de 2019, de Universidad virtual Estado de Guanajuato: <http://roa.uveg.edu.mx/repositorio/licenciatura/91/Loshemisferioscerebralesysurelacinconlamercadotecnia.pdf>
- MedlinePlus. (S.f). Digital. Recuperado el 13 de 07 de 2019, de https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/8753.htm
- Metzner, P. (1952). Crescendo of the Virtuoso. Los Angeles: Universidad de California Press.
- Mglobal Marketing Razonable. (S.f). Mglobal Marketing Razonable. Recuperado el 12 de 09 de 2019, de <https://mglobalmarketing.es/blog/neuromarketing-en-la-mente-del-consumidor-1/>
- National Geographic Channel. (9 de Octubre de 2019). Inventos griegos, los autómatas de Herón. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/inventos-griegos_9395/4
- Ortegón, L., Royo, M., & Robayo, Ó. (2015). Comportamiento del consumidor infantil: recordación y preferencia de atributos sensoriales de marcas y productos para la lonchera en niños de Bogotá. Poliantea, Volumen XI(20), 39-64. doi:<http://dx.doi.org/10.15765/plnt.v11i20.651>
- Perez, M. A. (2006). UNA HISTORIA DE LAS MATEMÁTICAS: RETOS Y CONQUISTAS A TRAVÉS DE SUS PERSONAJES. Madrid (España): Vision Libros.
- Psychothérapeute, N. (2018). Neurothérapeute - Psychothérapeute, Español-Francés. Recuperado el 01 de 07 de 2019, de <https://www.rvd-psychologue.com/es/el-cerebro.html>
- Saavedra, M. D. (1605). Que trata de la aventura de la cabeza encantada, con otras niñerías que no pueden dejar de contarse. En M. D. Saavedra, El Ingeniso Hidalgo Don Quijote De La Mancha (pág. 895). Madrid: Saturnino alleja Fernandez.
- Seijas, J. (04 de 01 de 2018). Eneagrama de la personalidad. Recuperado el 12 de 07 de 2019, de https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiEwJimOMXjAhWlo1kKHVHrCToQjhx6BAgBEAM&url=https%3A%2F%2Feneagramadelapersonalidad.com%2F2018%2F01%2F04%2Flos-tres-cerebros-eneagrama-la-personalidad%2F&psig=AOvVaw1qg3u7tLA3jGBfrM_deZC9&ust=1563
- Seijo, C., & Barrios, L. (15 de 12 de 2012). El cerebro triuno y la inteligencia ética: Matriz fundamental de la inteligencia multifocal. 8, 147-165. (U. d.
- Magdalena, Ed.) Santa Marta, Colombia: Revista Paxis. doi: <https://doi.org/10.21676/23897856.40>
- Super Digitalizados. (S.f). Neuromarketing, Electronico. Recuperado el 12 de 09 de 2019, de <https://superdigitalizados.com/neuromarketing/>
- Superindustria. (07 de 02 de 2017). Superintendencia de Industria y Comercio, Digital. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de <http://www.sic.gov.co/noticias/superindustria-concede-registro-al-color-anaranjado-de-productos-ramo-para-identificar-pasteles-bizcochos-tortas-y-ponques>
- Thaler, R. (04 de Abril de 2018). Economía del comportamiento: pasado, presente y futuro. (U. E. Colombia, Ed.) Revista de economía institucional, 20(38), 1-35. doi:<https://doi.org/10.18601/01245996.v20n38.02>
- The Society for Neuroscience. (S.f). JNeurosci. doi:1529-2401
- UNICEF; A.Campo. (2014). Los aportes de la neurociencia a la atención y educación de la primera infancia. Centro Iberoamericano de Neurociencia, Educación y Desarrollo Humano. Bolivia: Banco Mundial. Recuperado el 04 de 07 de 2019, de https://www.unicef.org/bolivia/056_NeurocienciaFINAL_LR.pdf

Herramienta de Gestión de Residuos Sólidos en el CDA de Altos de Cazucá

Clara Cecilia Nensthiel Zoro

Ingeniera Electrónica de la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”, especialista en Docencia Universitaria de la Universidad El Bosque y estudiante de Maestría en Desarrollo y Gestión Integral de Proyectos en la Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”. Se ha desempeñado durante 10 años como docente del programa de Ingeniería Electrónica, coordinadora de relaciones académicas y consejera de la Rama Estudiantil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad El Bosque, ha realizado varios proyectos, principalmente 2, enfocados al mejoramiento y aporte a la calidad de vida de comunidades específicas. Se ha desempeñado como SSAC (Coordinador de actividades Estudiantiles) IEEE-Sección Colombia durante el 2017-2018, donde desarrolló el programa consejeros como parte de la divulgación del trabajo realizado para el involucramiento del IEEE en la Institución educativa a nivel nacional. Consejera del Capítulo de Computer de la Rama Estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque. Correspondencia: nensthielclara@unbosque.edu.co Ha trabajado en empresas como DAXA, Claro Soluciones Móviles bajo el outsourcing Grupo Spira y Homcenter bajo el outsourcing ODI Soluciones.

Brayan Estiven Cañón Moreno

Ingeniero de sistemas en formación de la Universidad El Bosque, he realizado diferentes proyectos tecnológicos, algunos de estos son: El software de los altos de cazuca, HunterLife, una plataforma para caza talentos, un ERP genérico de gestión empresarial y algunos otros que implican varias tecnologías desde clásicas hasta modernas, he participado 2 veces en IEEEExtreme, 24 horas de programación. En la actualidad continúo mi desarrollo como estudiante y aporito mis conocimientos al pertenecer al capítulo de Computer de la Rama Estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque. Correspondencia: bcanon@unbosque.edu.co

Laura Valentina Camargo Serrano

Estudiante que cursa actualmente sexto semestre de Ingeniería de Sistemas en la Universidad El Bosque. Integrante de la Rama Estudiantil IEEE desde el año 2018, en el capítulo de Computer. Participó activamente en la construcción y desarrollo del software implementado por el colegio Dios es Amor ubicado en Altos de Cazuca; además, perteneció al equipo encargado de realizar capacitaciones a los estudiantes y docentes para la utilización de este mismo. Correspondencia: lcamargos@unbosque.edu.co

Fabián Ricardo Alfonso Tirado

Fabian Ricardo Alfonso Tirado: Estudiante de ingeniería de sistemas de la Universidad El Bosque, miembro de la rama Estudiantil IEEE de la universidad, donde se desempeña como presidente del capítulo Computer Society, ha participado en Maratones de programación y en 3 hackatones, donde en la Hackathon EL TIEMPO realizada en el HUB iEX de la Universidad el Bosque ganó el primer lugar. por otra parte, Ha realizado proyectos con la rama estudiantil IEEE como el proyecto Cazuca donde se realizó la herramienta que gestiona los residuos sólidos en el CDA de altos de Cazuca y el proyecto The Finder el cual tiene como finalidad agilizar y mejorar la logística de los objetos perdidos en la Universidad El Bosque. Correspondencia: falfonso@unbosque.edu.co

Resumen

El documento refleja el desarrollo de un software orientado bajo una interfaz amigable para el colegio Dios Es Amor de Altos de Cazucá, donde estudiantes y docentes pueden gestionar y sostener un proyecto humanitario que la rama Estudiantil, de la Universidad El Bosque construyó e implementó. El objetivo principal de este software es dar una herramienta sostenible a la institución, para la gestión del proyecto completo en el manejo de residuos sólidos y así mejorar la calidad de vida de la comunidad, a partir del manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos, para contribuir en la disminución de costos generados por temas de aseo y poder sacar provecho de la reutilización de los mismos y contribuir con el medio ambiente. De esta manera, la realización del proyecto contribuye con el aporte a los objetivos de desarrollo sostenible y se desarrolla por medio de la implementación de metodologías ágiles para la realización de proyectos, especialmente los de software, donde el manejo de tiempo y las iteraciones son parte fundamental del proceso y la obtención de resultados de valor. Con el proyecto se entregó a la comunidad una herramienta web local en la cual se realiza la gestión del proceso de clasificación, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos, incluyendo los procesos de capacitación e incursión de este tipo de herramientas para la institución. Como conclusiones se obtuvo que es fundamental para la adquisición de aprendizaje, la apropiación de tecnología e inmersión de la herramienta dentro del proyecto y la comunidad para que ésta pueda manejar la herramienta y a partir de la misma que el proyecto sea sostenible, teniendo en cuenta la asignación de responsabilidades y la centralización de toda la información del proyecto en la herramienta, ya que por medio de ésta es posible manejar una evolución, análisis y cambios provechosos a lo largo del tiempo y que la institución pueda crecer y sacar el provecho para maximización de utilidades y beneficios.

Palabras Clave: Ágil, Software, Gestión, Residuos, Sostenible, Estudiantil, local.

Abstract

The article reflects the development of a software oriented under a friendly interface for the Dios Es Amor school of Altos de Cazuca, where students and teachers can manage and sustain a humanitarian project that the Student Branch of the El Bosque University built and implemented. The main objective of this software is to provide a sustainable tool for the institution, for the management of the complete project in solid waste management and thus improve the quality of life of the community, based on the management and use of solid waste, to contribute to the reduction of general costs for cleaning issues and be able to take advantage of their reuse and contribute to the environment. In this way, the realization of the project contributes with the contribution to the objectives of sustainable development and is developed through the implementation of agile methodologies for the realization of projects, especially those

of software, where time management and iterations are part fundamental of the process and obtaining value results. With the project, a local web tool was delivered to the community in which the management of the process of classification, recycling and use of solid waste is carried out, including the training and processes included of this type of tools for the institution. As conclusions it was obtained that it is fundamental for the acquisition of learning, the appropriation of technology and immersion of the tool within the project and the community so that it can handle the tool and from the same that the project is sustainable, taking into account the assignment of responsibilities and the centralization of all the project information in the tool, since through it it is possible to manage an evolution, analysis and beneficial changes over time and that the institution can grow and take advantage to maximize Utilities and benefits.

Keywords: Agile, Software, Management, Waste, Sustainable, Student, local.

Introducción

Este documento muestra el desarrollo de un software hecho dentro del proyecto gestión integral de residuos sólidos por el capítulo de Computer de la rama estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque, para el Colegio Dios es Amor que es una institución ubicada en Altos de Cazucá-Soacha, que es apoyada y fundada por Convivencia: fundación sin ánimo de lucro donde “facilita el desarrollo integral y la dignificación de la calidad de vida de personas en situación de pobreza y vulnerabilidad en Latinoamérica, contribuyendo al desarrollo comunitario y económico desde un enfoque transformador, sustentado en los principios de la fe Cristiana” (Convivencia, 2019). Convivencia busca el apoyo de diferentes redes e instituciones no gubernamentales para el apoyo tanto económico como de servicio para el bienestar de los niños que toman su formación en dicha Institución.

IEEE (Institute of Electronic Electric Engineers) es un Instituto que trabaja por el desarrollo de la tecnología a través de un grupo de voluntariado profesionales y estudiantiles. Dentro de sus muchos pilares y unidades organizacionales, se encuentra SIGHT (Special Interest Group Humanitarian Technology), el cual apoya y promueve el desarrollo de proyectos humanitarios por medio de las ramas estudiantiles de las Universidades a nivel mundial. La Institución Dios es amor, Presenta la necesidad de clasificar y gestionar los residuos producidos en la misma, con el fin de poder disminuir los costos actuales en recolección de basuras y a su vez, capacitar y crear conciencia social en los niños que se forman en la Institución. Para ello, la Rama estudiantil de la Universidad El Bosque toma el proyecto y SIGHT apoya el mismo con los recursos monetarios para su ejecución. El proyecto al tener un enfoque social, aporta a los objetivos de desarrollo sostenible abarcando ámbitos como el de agua, cambio climático e infraestructura, los cuales se mencionan a lo largo del documento.

El software de gestión es una herramienta diseñada para la gestión del proyecto, bajo un enfoque de empresa pequeña, obtención de ganancias, seguimiento y control y aprovechamiento de los residuos. Incluye también un módulo de lombricultivo controlado y fue desarrollado usando metodologías ágiles, con el fin de dar término a su desarrollo dentro de los tiempos más cortos posibles para su implementación y capacitación, generando una investigación práctica del tema y determinando así, si es o no efectivo implementar estas metodologías. Igualmente, este software fue pensado y desarrollado con el fin de dar una herramienta a la institución para que puedan centralizar los procesos que realizan en torno al manejo de residuos sólidos y que con dicha centralización puedan darle sostenibilidad al proyecto sin importar que los estudiantes se gradúen o que los docentes dejen de trabajar en la institución. Este documento se enfoca en el desarrollo del software, enmarcado dentro de un proyecto integral. Se mencionan partes particulares del proyecto, pero no se profundiza en las mismas a no ser que estén involucradas con el software.

Objetivo General

Diseño y construcción de un software de gestión de residuos sólidos para la institución Dios Es Amor de Altos de Cazucá-Soacha, usando metodologías ágiles.

Específicos:

- Levantar los requerimientos y contexto actual de la Institución Dios Es amor de Altos de Cazucá, buscando obtener sostenibilidad para el proyecto.
- Diseñar la WBS de los sprint para el desarrollo del software.
- Planos para el diseño de alto nivel de la estructura del software.
- Controlar y monitorear el avance del proyecto.
- Implementar plan de pruebas y capacitación en la Institución

Metodología

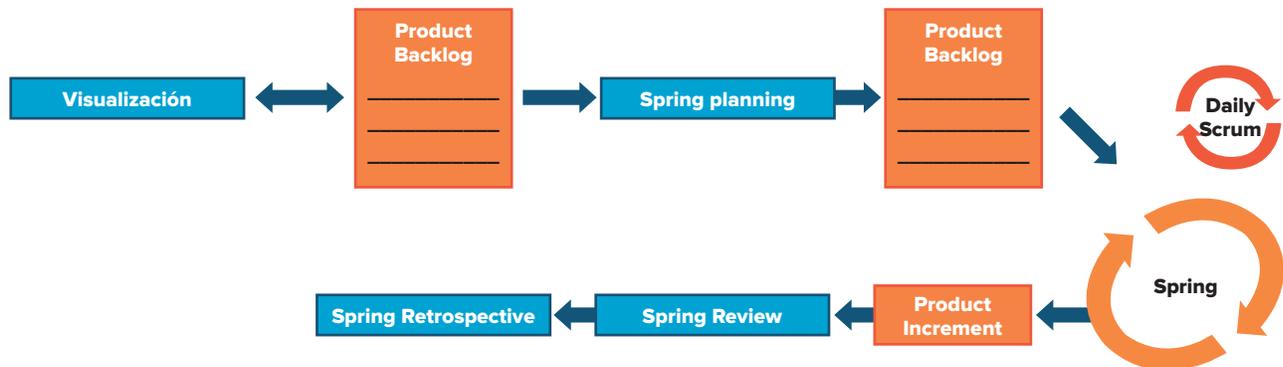
De acuerdo a la bibliografía existente, teniendo en cuenta que el desarrollo se realiza desde el capítulo de computer de la rama estudiantil IEEE con estudiantes de segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas, se trabaja programación básica en PHP, pero la metodología aplicada para el software se enfoca en el caso experimental de metodologías ágiles desarrolladas en proyectos para poder obtener el producto en un tiempo corto, bajo buenos resultados y obtención del beneficio, entendiéndose este como el valor que se le puede dar a la institución a partir del producto generado con la ejecución de un proyecto (Kerzner, 2015).

La institución Dios Es amor de Altos de Cazuca es una institución que vela por la formación de los niños más vulnerables de la zona, buscando el desarrollo cognitivo y un desarrollo para su crecimiento profesional a futuro (Convivencia, 2019). Por esta razón, los niños que se encuentran en esta institución, requieren de una herramienta innovadora, amigable y fácil de entender, para facilitar su interacción, manejo de implementación en el proyecto de residuos sólidos. La rama estudiantil IEEE de la Universidad El Bosque, es un grupo de estudiantes comprometidos con su formación y el desarrollo de competencias para el beneficio de la comunidad y el propio, aportando conocimientos tecnológicos a necesidades particulares de la comunidad (IEEE Colombia, 2019).

Dentro de las metodologías ágiles para el desarrollo de proyectos se encuentra la metodología SCRUM, la cual está diseñada para aplicar trabajos colaborativos y en equipo, donde varias personas se enfocan en un fin común en un tiempo especificado, trabajando todos de manera independiente al tiempo, de manera organizada y con una comunicación permanente (Proyectosagiles.org, 2019), Donde el fin principal es mostrar al usuario final entregables parciales del proyecto final, para que éste pueda ver los desarrollos y ser parte del proyecto. De esta manera el usuario se involucra en el proyecto desde el comienzo y puede aportar en el mismo a partir de cada entregable (Softeng, 2019).

Dentro de las estadísticas obtenidas en el tema de ágil, se establece que el 71% de los proyectos que adoptan metodologías ágiles, reducen el costo del proyecto como tal (State of Agile(TM), 2019), ya que reducen el riesgo al mantener al usuario final involucrado en cada uno de los entregables realizados dentro del proyecto. Sin embargo, en América del Sur solo el 8% de los proyectos son ejecutados por medio de metodologías ágiles, mientras que América del norte tiene el 48% en la participación de éstos (State of Agile(TM), 2019). Lo anterior es una oportunidad para que, por medio de un caso práctico, se pueda aportar a las estadísticas con el desarrollo de proyectos ágiles.

Ilustración 1. Metodología de trabajo Ágil, sobre la práctica SRUM.



Fuente: Apuntes clase José Arturo Rodríguez 2019.

Por esta razón, el proyecto se basa en una investigación basada en la experiencia, bajo un enfoque etnográfico en la institución Dios es Amor de Altos de Cazuca, por medio de un proceso incremental que permite reducir la incertidumbre y aumentar el valor entregado a la misma. Las variables trabajadas dentro del proyecto son variables cualitativas recolectadas a partir de la percepción de la institución en cada una de las entregas y la interacción que éstos tienen sobre el producto.

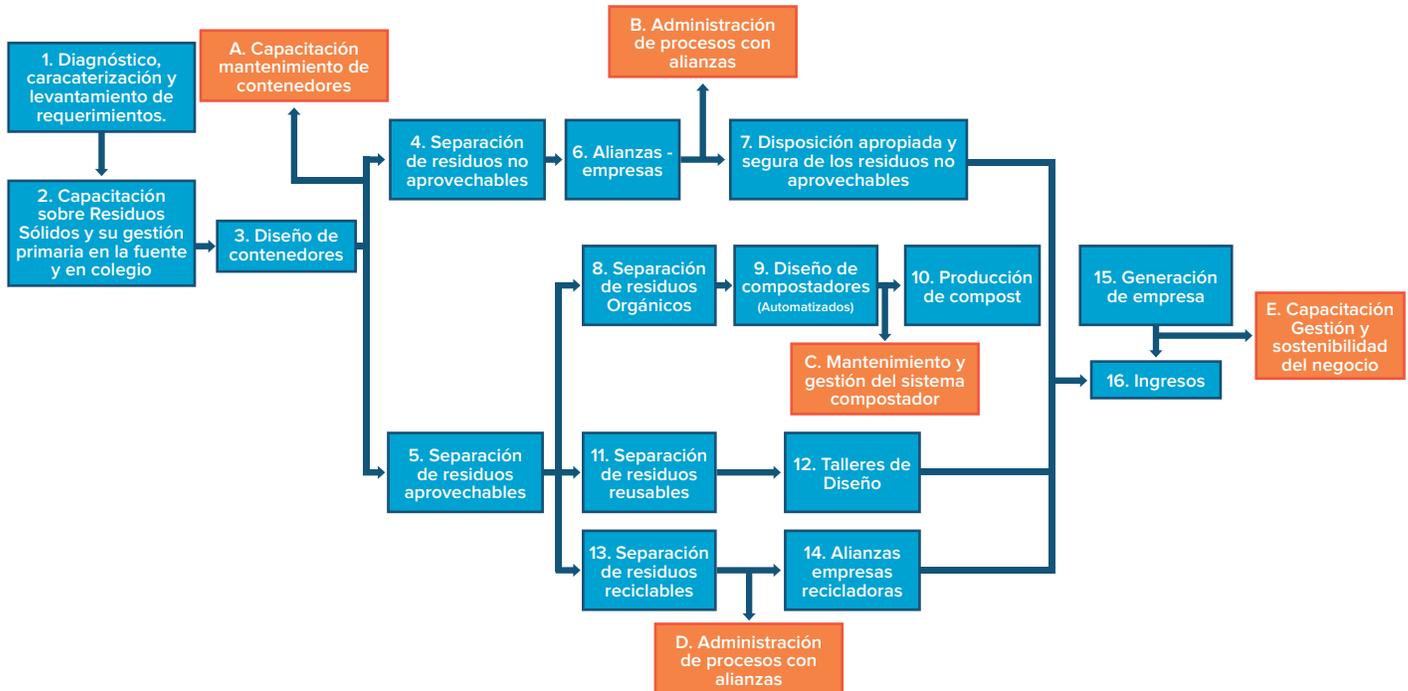
Aunque muchas de ellas pueden ser de respuestas cerradas, se orientan hacia la percepción de los usuarios, teniendo en cuenta que la población que se abarca en el proyecto son estudiantes entre los 5 y los 18 años de edad y docentes en diferentes formaciones. Sin embargo, la muestra que se seleccionó para la manipulación y administración de la herramienta es un docente y 5 estudiantes del grado 9°, cuyas edades oscilan entre los 13 y 15 años de edad. Dadas las necesidades de la Institución, el problema encontrado y el valor que se busca con el proyecto, la investigación busca responder la siguiente pregunta: ¿Cómo es posible obtener la integración de procesos en un único monitoreo, dentro de un tiempo corto de implementación para permitir la sostenibilidad de estos procesos?

Por esta razón, el capítulo de computer implementa sus conocimientos y desarrollo de conocimiento a la creación de una herramienta que facilite la gestión del proyecto de Gestión de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Planteamiento del Diseño

El proyecto completo consiste en crear un sistema para el manejo integral de residuos de la comuna 4 de altos de Cazucá. Este proyecto nació a partir de la necesidad propia de la institución por el contacto directo con IEEE-SIGHT (IEEE, 2019), quien patrocina económicamente el proyecto. Este, está compuesto por diferentes fases y diferentes entregables que todos ellos apuntan a beneficios puntuales de la institución que se enmarcan bajo diferentes objetivos de desarrollo Sostenibles.

Ilustración 2. Diagrama general proyecto Cazucá.



Fuente: Clara Nensthiel 2016.

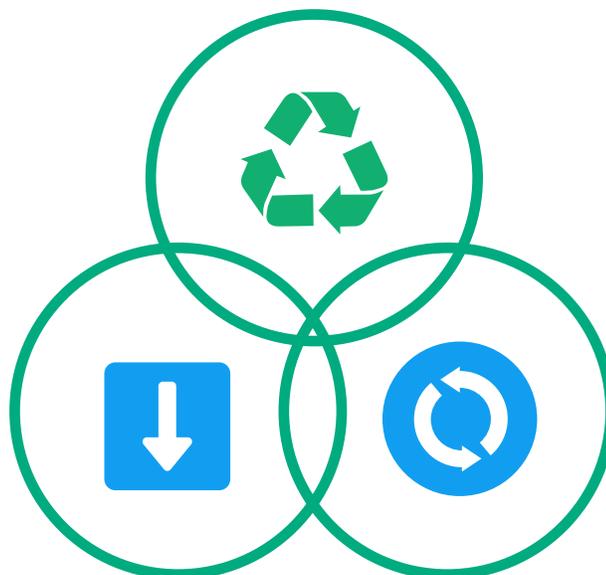
El primer entregable es el manejo de residuos en fuente, donde se diseñó un sistema completo para que la institución pudiera clasificar los residuos en la fuente y hacer su separación para su posterior manipulación. Con este entregable, se apunta a los objetivos de desarrollo sostenible 3 y 6 (GPM, 2016), donde el 3, se relaciona a la salud y bienestar, dado que, al tener un manejo responsable y correcto de los residuos, la salud de la comunidad y su bienestar se benefician con la disminución de enfermedades y la limpieza de la comunidad. Y el 6, ya que, al tener un buen manejo de los residuos sólidos, el agua disminuye en sus límites de contaminación y el saneamiento de la comuna mejora.

El siguiente entregable es el aprovechamiento de los residuos, donde por medio del manejo y producción de artículos generados a partir de los residuos aprovechables, la comunidad puede obtener ingresos y disminuir el volumen de residuos entregados como no aprovechables. Este enfoque del proyecto aporta a los ODS 11 y 12 (GPM, 2016), donde con el 11, la comunidad apunta a ser una sociedad sostenible a partir de lo que produce y reutiliza y con el 12, se aporta a tener un consumo responsable de los residuos producidos dentro de la institución. Sin embargo, los residuos orgánicos necesitan un manejo diferente dado que su aprovechamiento requiere de un proceso diferente al de manufactura. Por esta razón, el tercer entregable del proyecto apunta a un sistema de lombricultura automatizado que permita el aprovechamiento de los residuos sólidos para la producción de humus y llevarlo a la venta de comunidades que manejan cultivos caseros para su supervivencia. De esta manera, se sigue aportando al ODS 11 (GPM, 2016).

Todos estos entregables trabajan en construcción del aporte más importante del proyecto que es el 13 (GPM, 2016), con el fin de dar aporte a una acción por el clima y reducir los índices de residuos no aprovechados, contaminación del agua y así disminuir los efectos que se generan en el clima colombiano. Pero cada uno por separado no pueden ser gestionados de manera fácil, dada su complejidad y que la población objetivo son niños entre los 5 y los 18 años. Por tal razón, se genera un cuarto entregable que permite la gestión de los entregables del proyecto, de una manera amigable y fácil de entender para los niños y docentes de la Institución.

La gestión se realiza por medio de un software que reúne los productos y resultados entregados por cada fase para que la institución pueda alimentarla con el trabajo de cada semana y a su vez, la herramienta pueda darle informes periódicos que permitan a la institución realizar evaluación y seguimiento del proyecto a corto, mediano y largo plazo. Con este último, y dada la capacitación que es necesario realizar dentro del proyecto a la institución, se dan aporte a los ODS 4 y 9 (GPM, 2016), donde se da conocimiento y aporte a la comunidad por medio de las capacitaciones y desarrollo de infraestructura dentro de la institución por medio del software y los diferentes espacios generados para el proyecto.

Ilustración 3. Integración del proyecto bajo el marco de los ODS.



Fuente: Autor 2019

El software tenía que desarrollarse en un corto tiempo, para que su implementación fuera rápida y la institución pueda utilizar el software dentro de los avances y entregables hechos a la institución a lo largo del proyecto. Por esta razón, trabajando con la guía Scrum (Ken Schwaber, 2013), se prosigue a desarrollar un product backlog, que permita tener todas las características del proyecto.

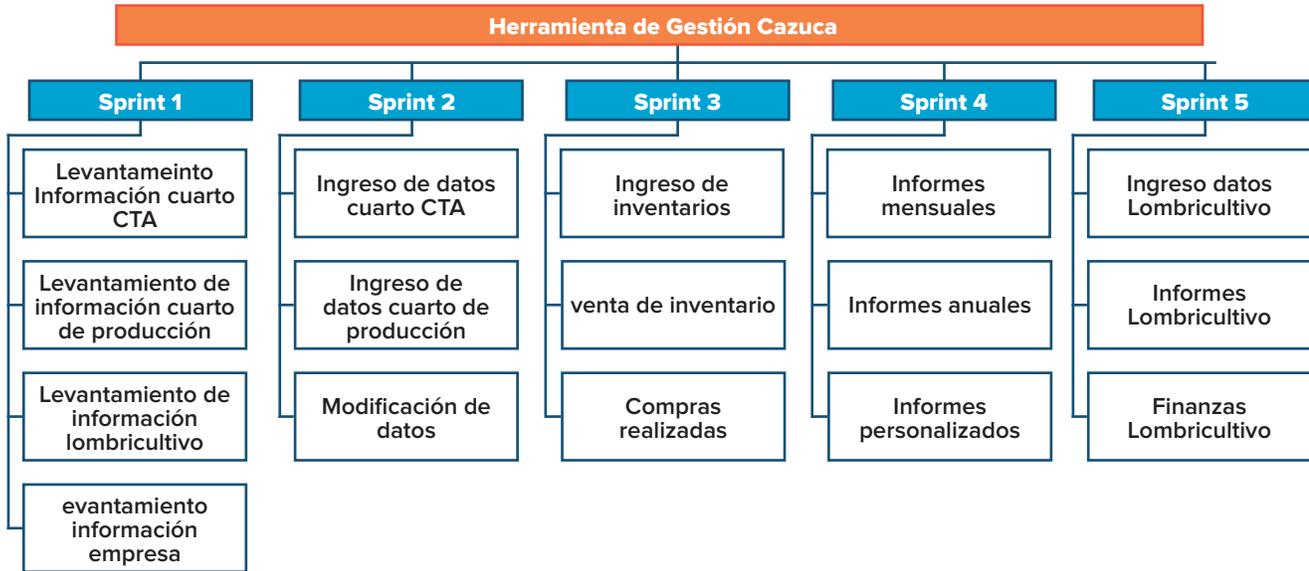
La priorización de requerimientos se realizó teniendo en cuenta que el valor fuera alto y el riesgo igual, con el fin de trabajar con la complejidad baja y establecer entregables rápidos para dar un incremento al cliente al finalizar cada sprint. Teniendo las características priorizadas, se realizó la WBS, para tener una pauta de programación para cada sprint, teniendo en cuenta que dentro de cada 2 semanas de programación se realiza el sprint planning.

Tabla 1. Product backlog para el software de gestión.

Product Backlog (priorizados)	
0	Concepción del Proyecto.
1	Debe ser orientada al manejo adecuado de residuos.
2	Debe poderse acceder por un acceso web local y no debe ser pública para todo el mundo sino solamente para la institución.
3	Los procesos deben ser detallados, conforme al manejo de cada uno de los formatos diligenciados manualmente.
4	Debe manejar los siguientes procesos: cuarto CTA, de producción, lombricultivo, inventarios y ventas.
5	Debe poderse acceder a la información necesaria del proyecto para su diligenciamiento y digitación.
6	Deberán poderse hacer registros periódicos de los avances o rendimientos del proyecto.
7	El proceso de compostaje debe manejar las variables tomadas de los sensores.
8	Deben manejarse la imagen institucional.
9	Debe tener la capacidad de funcionar adecuadamente en los equipos de cómputo de la institución.
10	La herramienta debe ser de fácil acceso y uso.

Fuente: Autor 2019

Ilustración 4. WBS de los sprint del proyecto.



Fuente: Autor 2019

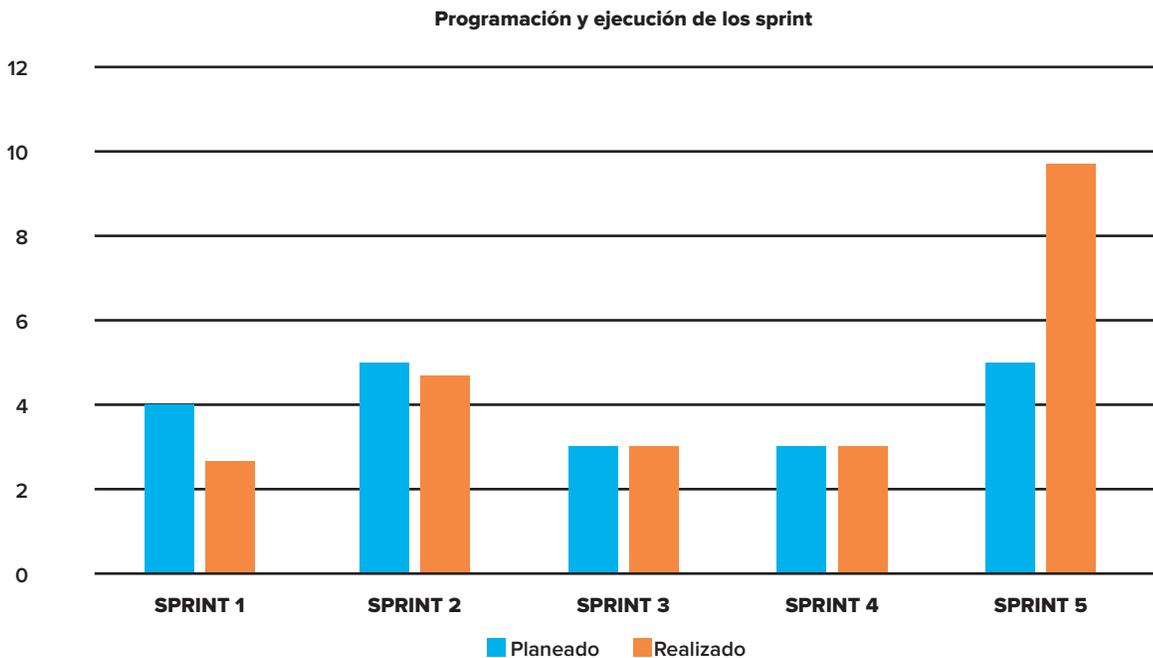
Teniendo la base para la planeación del proyecto, se prosigue a implementar las prácticas de SCRUM, orientadas en los entregables y el incremento en valor que se requiere para dar solución a los requerimientos establecidos.

Estructura y articulación de procesos dentro del software

El equipo de desarrollo decidió elegir tecnologías sencillas, de fácil uso e implementación dado que el proyecto no era de una magnitud tal que necesitase tecnologías robustas, por lo tanto, se escogió desarrollar una aplicación web local con el lenguaje de programación PHP (Cobo, Gómez, & Pérez, 2000); para la persistencia de los datos se decidió utilizar MySQL (Boronczyk & Psinas, 2008), gracias a su fácil conexión con PHP, y por último, para la maquetación y parte visual de la página se decidió utilizar HTML y el framework Bootstrap (Gilmore, 2010). Adicionalmente, se empleó la herramienta Balsamiq Mockups (Balsamiq, 2019) para la elaboración de una maqueta de la interfaz que se desarrollaría posteriormente.

Debido a que dentro de la metodología Ágil se usaron las prácticas de SCRUM, el equipo de desarrollo realizó la planeación de los sprints mediante una estructura de composición de trabajo (EDT o en inglés WBS). Como se muestra en la ilustración 4, donde se planearon 5 sprints, donde se establece que 3 horas de trabajo equivalen a un peso dentro de la importancia de cada actividad para desarrollar cada sprint.

Ilustración 5. Planeación por pesos de cada sprint y su ejecución.



Fuente: Autor 2019.

Teniendo en cuenta que dentro de la práctica de SCRUM es necesario hacer un producto incremental con cada sprint realizado, es necesario tener los criterios de aceptación del cliente y recoger de manera detallada las expectativas y la importancia de cada actividad. Para ello, se realizan historias de usuario como lo establece la práctica, para recoger las necesidades, importancia y criterios de verificación. Dentro de estas historias de usuario, se despliegan los pesos de cada actividad, la importancia y los riesgos.

Ilustración 6. Historias de usuario para cada actividad.

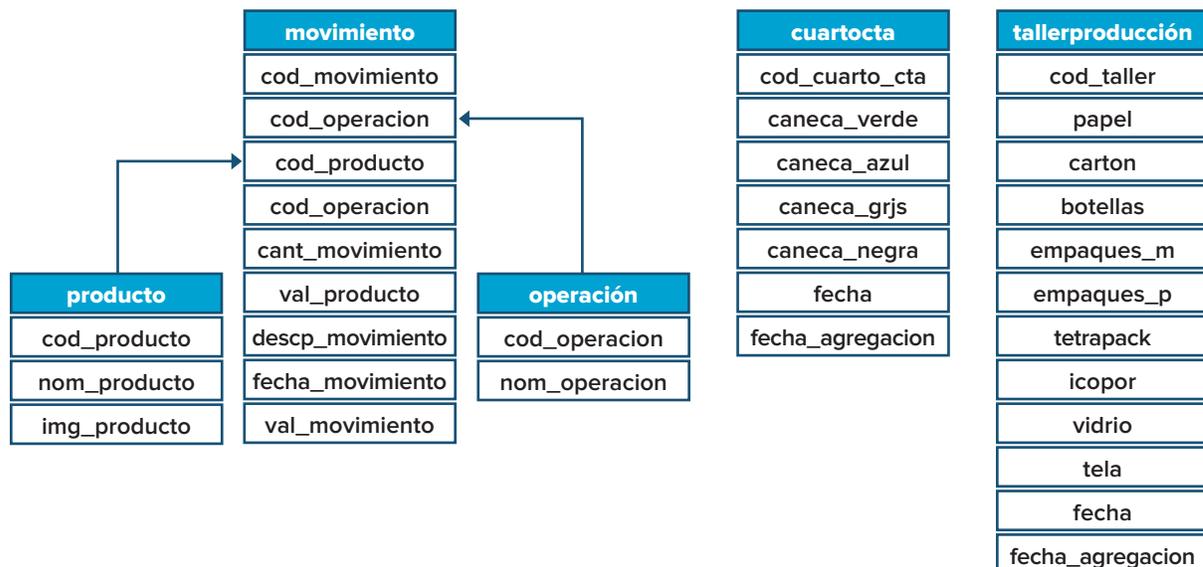
Número:	1	Usuario:	Institución Dios Es Amor	
Nombre de Historia:	Ver lista del taller de producción			
Objetivo de Historia:	Ver el listado de todos los formatos del taller de producción			
Prioridad en Negocio:	Alta	Riesgo en Desarrollo:	Bajo	
Puntos Estimados:	2	Iteración Asigada:	1	
Programador Responsable:	Fabian Ricardo Alfonso Tirado			
Descripción:				
El usuario de la aplicación podrá ver el listado en orden cronológico de todos los formatos del taller de producción				
Importancia:				
El usuario podrá ver todos los formatos del taller de producción para poder analizarlos.				
Descripción:				
Al ingresar un registro de un formato, este se debe mostrar en el listado ordenado cronológicamente.				

Fuente: Autor 2018.

De acuerdo con el primer sprint, el desarrollo de la aplicación comenzó con el levantamiento de requerimientos en la institución educativa con la rectora del colegio Dios Es Amor para que de esta manera se determinara el product backlog de la aplicación. Este product backlog se dividió específicamente en seis módulos: inicio, información, digitalización de los formatos, finanzas, productos y lombricultivo.

Para el diseño de la aplicación se comenzó estructurando la base de datos (Spona, 2010). Para ello se realizó el modelo relacional que se evidencia en la ilustración 7 donde se estableció un total de cinco tablas. Luego de esto, mediante la herramienta Balsamiq Mockups se realizó la elaboración de los mockups de la página para dar una idea general de cómo debería verse la interfaz gráfica de la aplicación para un uso dinámico y amigable para el usuario final.

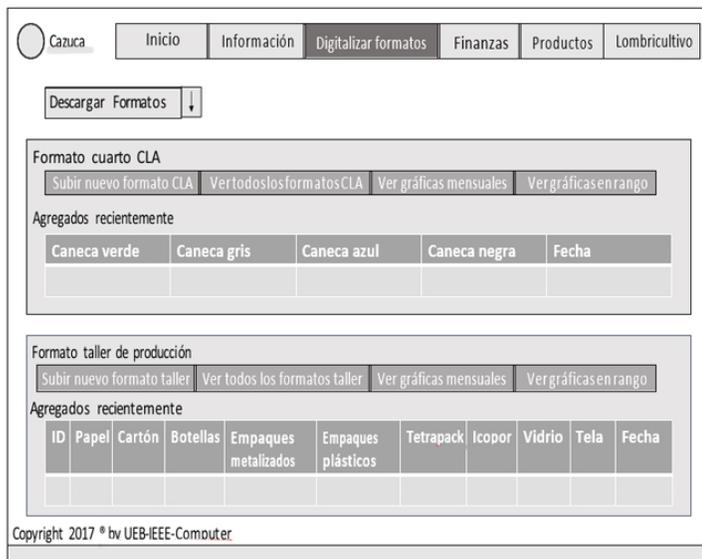
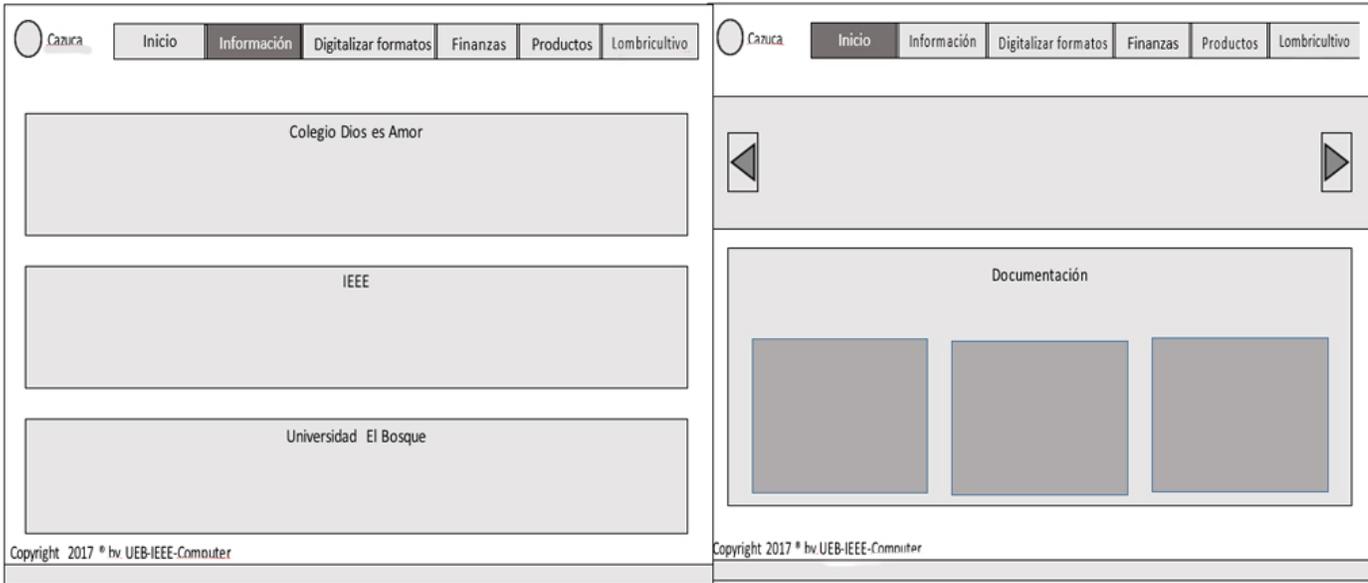
Ilustración 7. Modelo relacional de la base de datos.



Fuente: Autor 2018

Para el segundo sprint, se buscó entregar las funcionalidades de los módulos de inicio, información y digitalización de los formatos, dando como entrega parcial al colegio, la navegabilidad por estos módulos, conforme al cumplimiento de las historias de usuario entregadas por el cliente. El módulo de inicio consta de un carrusel de imágenes (banner) del colegio y unos enlaces hacia la documentación de los manuales para la realización de compostaje, manualidades y el manual de la aplicación; el módulo de información muestra datos acerca de la Universidad El Bosque, el Colegio Dios es Amor, IEEE y el Capítulo Computer, que son los actores principales que participan o participaron activamente de la realización del proyecto; y el módulo de digitalización de formatos, contiene los formularios de registro para el cuarto CTA (clasificación, tratamiento y almacenamiento) y el taller de producción. Posteriormente, se realizó una retroalimentación respecto a los cambios y/o ajustes o parámetros a mejorar de estos módulos para futuros sprints.

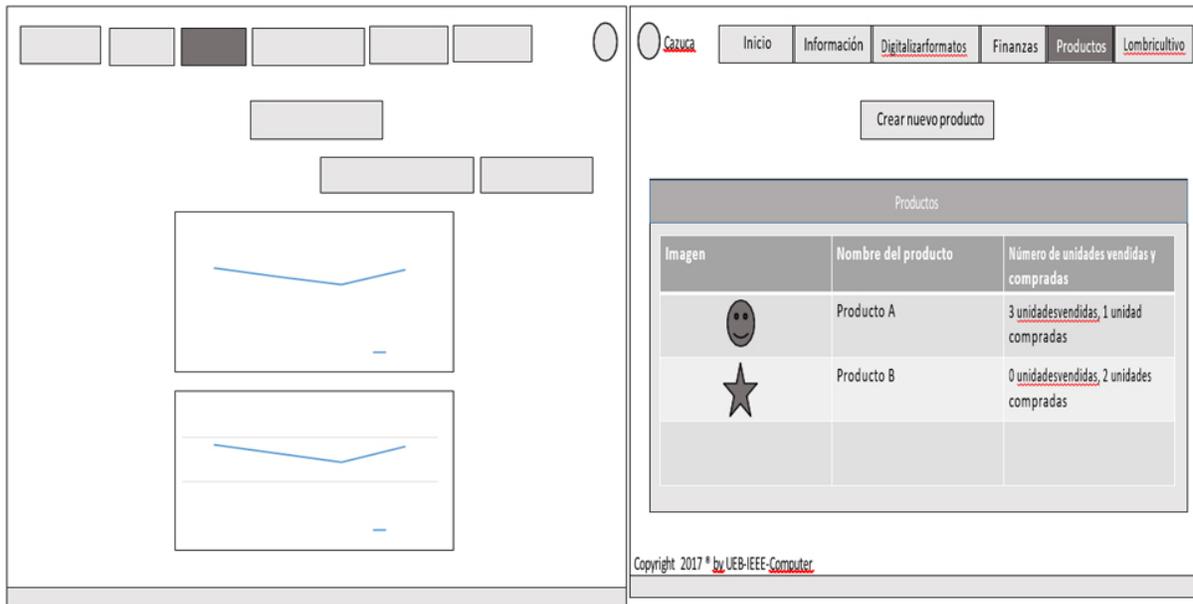
Ilustración 8. Mockups segundo sprint



Fuente: Autor 2018

Para el tercer sprint, se implementaron los módulos de productos (manualidades) y finanzas donde se desarrolló la funcionalidad de agregar productos a la aplicación y así mismo registrar ventas o compras de estos, llevando un inventario detallado de los que se produce a partir de la reutilización de los residuos y las ganancias que la institución puede obtener a partir del desarrollo de estos productos reciclables para la venta. Es importante aclarar que estos productos son realizados manualmente por los estudiantes que como vimos anteriormente, esta actividad aporta al ODS 11 y 12. Adicionalmente, el módulo de finanzas cuenta con un historial de todos los movimientos realizados, lo que le permite a la institución ver su crecimiento económico y la producción realizada bajo el aprovechamiento de los residuos producidos en la institución.

Ilustración 9. Mockups tercer sprint.

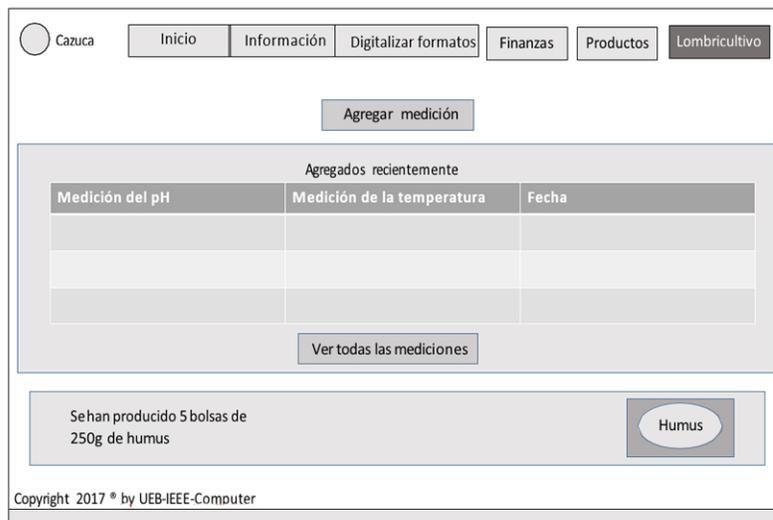


Fuente: Autor 2018

En el cuarto sprint se realizaron mejoras en el módulo de digitalización de los formatos, agregando así una serie de gráficas de barras e informes, tanto mensuales como anuales con todos los datos proporcionados registrados en la aplicación a partir de la aplicación de los procesos manuales que deben realizar en cada etapa del proyecto, para que de esta manera los estudiantes puedan visualizarlos de una manera gráfica e interactiva con la que se les facilitara la comprensión y análisis de los mismos.

Para el último sprint, se desarrolló el módulo de lombricultura, brindando así las funcionalidades de registrar todo el monitoreo que se realiza a este proceso, donde se monitorea las variables de PH, temperatura y humedad para poder tener un excelente producto de humus, a partir de los residuos orgánicos y la acción de lombrices africanas. Dentro de este módulo, la institución podrá ver los informes y cómo se ha comportado respecto al tiempo, el proceso de lombricultura y de esta manera determinar el ciclo de vida de las lombrices y el tratamiento del proceso. Por último, una sección de finanzas donde se observan todos los beneficios económicos generados por este proceso.

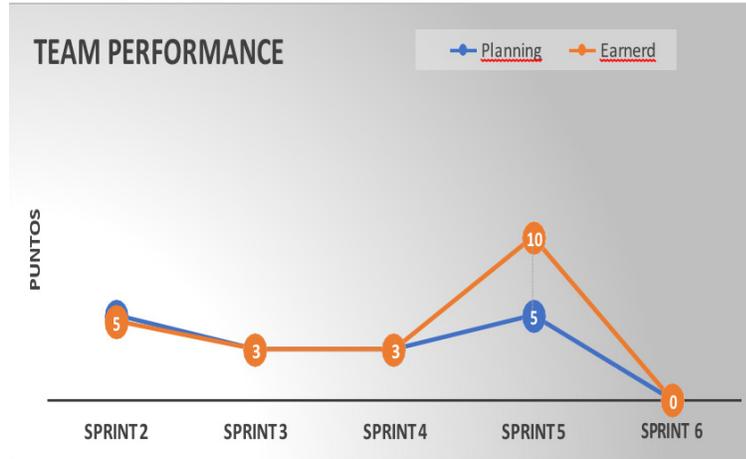
Ilustración 10. Mockups quinto sprint



Fuente: Autores 2018.

Aunque dentro de cada sprint se mantenía un desarrollo continuo con el plan de trabajo del equipo, es necesario realizar un monitoreo y control dentro de cada Sprint Review, con el fin de hacer un seguimiento y ajuste al trabajo y resultados obtenidos bajo el enfoque principal de dar valor al cliente. Dentro de este monitoreo, se encontró que cada sprint se mantuvo dentro de los límites generales normales, pero que, en el quinto sprint, los ajustes fueron varios y modificaciones solicitadas por el cliente para el cierre de la aplicación ocasionaron que el trabajo dentro de este sprint se redoblara en trabajo por los desarrolladores para lograr con el objetivo.

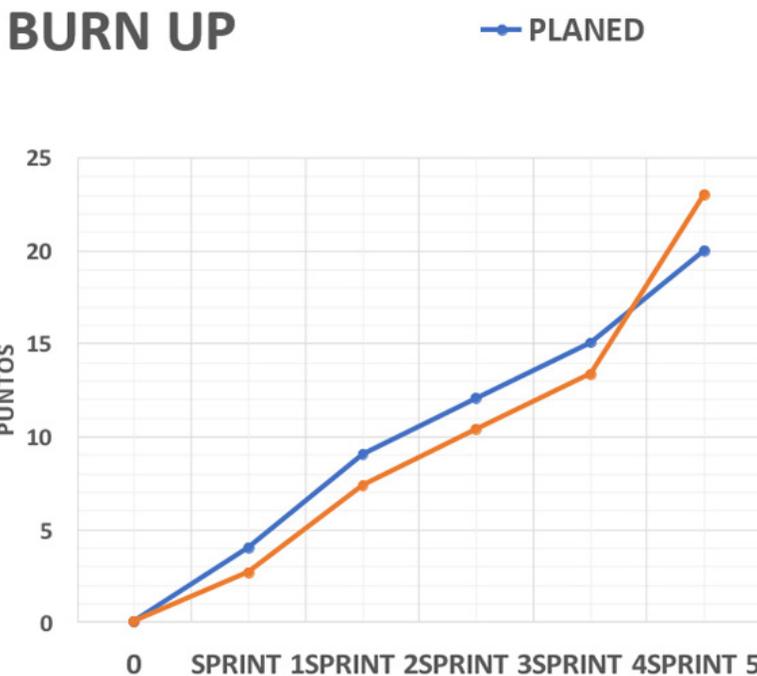
Ilustración 11. Desempeño del equipo de trabajo por sprint.



Fuente: Autor 2019.

Igualmente, la entrega parcial e incremental con el cliente da la oportunidad de tomar como referencia el cumplimiento de los objetivos establecidos para ir bajo la referencia de la planeación y poder mantener los ajustes necesarios para tener el tiempo y costo planeado dentro de los términos establecidos al comienzo.

Ilustración 12. Producto entregado de manera incremental.



Fuente: Autor 2019.

Desarrollo e Implementación

Dentro de cada módulo, se realizó una reunión con el cliente, quién verificaba en cada sprint incremental la funcionalidad de la aplicación y los ajustes que considerara pertinente. Dentro de estas reuniones, se establecieron las siguientes pruebas:

Prueba de Carga: Se realizó esta prueba para observar el rendimiento de la aplicación. Se pusieron demasiadas instrucciones y se analizó el tiempo de respuesta del software y se verificó que no se presentara ningún inconveniente, su respuesta fue completamente rápida. **Prueba de Estrés:** Estas pruebas se realizan para provocar errores o fallas en el aplicativo. Se ingresaron datos erróneos, y el programa muestra su capacidad de respuesta frente a datos inválido, su solidez y el rendimiento dependiendo de la máquina. **Prueba de Estabilidad:** Esta prueba constó de dejar funcionando el aplicativo web durante un lapso de tiempo considerable (3 a 4 horas), y al tratar de manipularla que funcione correctamente. El aplicativo funcionó adecuadamente y superó esta prueba.

Ilustración 13. Capacitación e implementación del software.



Fuente: Autor 2019.

Después de realizar las pruebas sobre el software, y tener la aprobación del cliente, se realiza la sesión de capacitación donde se instala la aplicación en los computadores del salón de sistemas de la institución y se realiza una jornada de prácticas con los niños que asisten a la misma y que son los que manejarán el software en compañía de sus docentes.

Dentro de las capacitaciones se utilizaron diferentes estrategias para incentivar el aprendizaje de los estudiantes del Colegio Dios es amor. Como primera instancia, se reunieron en el salón de informática y debido a la carencia de computadores, algunos de los estudiantes estuvieron en parejas. Se les brindó la URL de la página web para su respectivo ingreso y una vez en ella, se les empezó a mostrar cada componente encontrado en la página. La idea inicial era hacer un repaso de los diferentes componentes que conforman la página web, hacer un recorrido completo para aclarar diferentes dudas y de paso resolver las dudas que iban surgiendo. Los estudiantes, sobre todo, interactuaron en la sección de Digitalizar Formatos, en donde se encuentran varias funcionalidades de la aplicación. Se le enseñó a cada uno de los estudiantes cómo llenar cada formulario, las unidades que manejaban y el proceso que se debía seguir una vez hubiesen recolectado y clasificado los residuos.

Al finalizar la capacitación inicial, para corroborar que el aprendizaje fuese fortuito, se planteó una nueva actividad. En esta ocasión, se pasó a cada uno de los estudiantes a que tomaran una estrella pegada en el tablero la cual, de forma aleatoria le otorgaría, ya sea una tarea o un premio a los estudiantes, esta fue la actividad que marcó un aprendizaje significativo, pues al tener que interactuar con preguntas que les exigiera recordación y análisis, los llevaba a interiorizar más el conocimiento. Sin embargo, como se considera normal que no supieran cómo hacer cada actividad, los miembros del equipo ayudaron a cada estudiante a realizar su tarea por medio de asesoramiento. Cuando los estudiantes se dieron cuenta de que era sencillo y divertido, se motivaron a pasar de manera espontánea y cada uno realizó la actividad correspondiente con mucha facilidad. Para terminar la capacitación, se les habló a los estudiantes encargado de utilizar el aplicativo, sobre en qué momentos y cómo utilizar y realizar cada uno de los módulos de la aplicación.

Costos. Dado que la aplicación era realizada sobre un lenguaje y una plataforma completamente gratuita, los costos generados dentro del proyecto para el desarrollo de la herramienta fueron incursionados en horas hombre, los cuales son puestos por los voluntarios y no generaron ningún cobro monetario tangible. Los costos incurridos se basaron en el tema de transporte y alimentación para las capacitaciones realizadas y las visitas con el cliente dentro de cada sprint, lo que generó un total de \$300.000 pesos. Sin embargo, Si se toma cuenta el valor hora hombre que el grupo de trabajo invirtió en el desarrollo, se genera un costo total de la herramienta de \$5.400.000

Costos tarifas reales

COSTOS TARIFAS REALES					
Tareas Sprint 1	Brayan Cañon	Laura Camargo	Fabian Alfonso	Clara Nensthiel	TOTAL
Levantamiento Información cuarto CTA	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 540,000.00
Levantamiento de información cuarto de producción	\$ -	\$ 180,000.00			\$ 180,000.00
Levantamiento de información lombricultivo	\$ 180,000.00	\$ -			\$ 180,000.00
Levantamiento información empresa	\$ -	\$ 180,000.00			\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 360,000.00	\$ 360,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 1,080,000.00

Tareas Sprint 2	Brayan Cañon	Laura Camargo	Fabian Alfonso	Clara Nensthiel	TOTAL
Ingreso de datos cuarto CTA	\$360,000.00	\$ -	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 720,000.00
Ingreso de datos cuarto de producción	\$ -	\$ 360,000.00			\$ 360,000.00
Modificación de datos	\$ -	\$ 180,000.00			\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 360,000.00	\$ 540,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 1,260,000.00

Tareas Sprint 3	Brayan Cañon	Laura Camargo	Fabian Alfonso	Clara Nensthiel	TOTAL
Ingreso de inventarios	\$ -	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 540,000.00
venta de inventario	\$ -	\$ 180,000.00			\$ 180,000.00
Compras realizadas	\$ 180,000.00	\$ -			\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 180,000.00	\$ 360,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 900,000.00

Tareas Sprint 4	Brayan Cañon	Laura Camargo	Fabian Alfonso	Clara Nensthiel	TOTAL
Informes mensuales	\$ 180,000.00	\$ -	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 540,000.00
Informes anuales	\$ -	\$ 180,000.00			\$ 180,000.00
Informes personalizados	\$ 180,000.00	\$ -			\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 360,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 900,000.00

Tareas Sprint 5	Brayan Cañon	Laura Camargo	Fabian Alfonso	Clara Nensthiel	TOTAL
Ingreso datos Lombricultivo	\$ 360,000.00	\$ -	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 720,000.00
Informes Lombricultivo	\$ -	\$ 360,000.00			\$ 360,000.00
Finanzas Lombricultivo	\$ 360,000.00	\$ -			\$ 180,000.00
TOTAL	\$ 720,000.00	\$ 360,000.00	\$ 180,000.00	\$ 180,000.00	\$ 1,260,000.00

TOTAL programación proyecto	\$5,400,000.00
------------------------------------	-----------------------

Hallazgos

La realización del proyecto da como resultado fundamental que si importar el enfoque o campo de acción de la implementación de un proyecto, siempre que este tenga un ámbito social, siempre aportará al desarrollo o aporte de los objetivos de desarrollo sostenible del país.

Sin embargo, centrándose mas en el desarrollo de la aplicación, se encuentra que la aplicación de la metodología ágil favorece al cumplimiento de los objetivos en un corto tiempo, pero, sobre todo, favorece en la entrega de valor al cliente. Es indispensable en proyectos sociales, dar en un tiempo reducido valor al cliente, dadas las necesidades y los recursos tan limitados con los que este tipo de sociedad cuenta. Adicionalmente, el desarrollo e implementación de los proyectos sociales mantienen una característica fundamental y es el tiempo y costo: 2 parámetros fijos que entregan en el momento de la adjudicación del proyecto y que den ser cumplidos como parte de la restricción. Con esto, se llega al resultado fundamental que para los proyectos sociales es necesario aplicar metodologías ágiles, ya que, estas mantienen dentro de su triangulo de restricción que el tiempo y el consto son fijos y no son modificables, mientras que el alcance puede variar según el entorno, el avance y las reuniones con el cliente, bajo la planeación de cada sprint.

No obstante, es importante tener presente que no para todos los proyectos es necesario o indispensable aplicar la metodología ágil, dado que el contexto y la necesidad del proyecto puede conllevar al manejo de proyectos predicativo o una mezcla entre los dos, donde las fases delimitan la metodología aplicada. (Jahr, 2014). Por ejemplo, dado el caso de este proyecto, las fases de implementación de los productos de lombricultivo, cuarto CTA y el de producción, conllevaron a manejar una metodología predictiva del proyecto, dado su alcance y necesidad particular. Pero para la herramienta expuesta en este documento, fue necesario aplicar la metodología ágil, dado que la misma se presentó en una fase final del proyecto y el tiempo y costo ya se encontraban sobre los límites permitidos, conllevando al grupo de trabajo buscar la manera de hacer mas con menos y esto fue facilitado por Agile.

No obstante, sin importar la metodología aplicada en el campo de los proyectos, un proyecto social no vera afectados los aportes a los ODS's según la metodología aplicada. Por el contrario, estas aportan y complementan el cumplimiento de estos objetivos. Por consiguiente, la aplicación permite integrar todos los productos desarrollados en el proyecto y facilita a la comunidad su manejo integral, aprovechando los beneficios recopilados y desarrollados con la ejecución del mismo. Y, de la misma manera, la herramienta facilita la sostenibilidad del proyecto unificando todos los frentes en un punto de acceso que puede ser monitoreado, gestionado y ejemplificado para su administración y permanencia a lo largo de los años.

Conclusiones

- El proyecto realizado y entregado a la institución contribuye a la sostenibilidad de la misma por medio del aprovechamiento de residuos.
- La herramienta permite gestionar el manejo adecuado de residuos sólidos manteniendo la sostenibilidad del proyecto.
- La herramienta entrega una solución innovadora a la institución aprovechando y optimizando el uso de la infraestructura.
- La herramienta permite gestión financiera y de recursos manteniendo una imagen empresarial dentro de la institución.
- El proyecto permite a los estudiantes de la institución tener y mantener responsabilidades dirigidas a un resultado motivador hacia el aporte ambiental y social.
- La metodología Ágil implementada en el proyecto, facilita una entrega rápida para obtener valor de manera inmediata, sin afectar la calidad del entregable.
- El proyecto permite a la institución un entrenamiento previo para que, a futuro, puedan aplicar a certificaciones reconocidas de calidad.
- El proyecto, por medio de las fases trabajadas fomenta el emprendimiento en los estudiantes creando una conciencia empresarial.
- El Correcto manejo de residuos sólidos permite crear una conciencia climática que aporta a la recuperación ambiental del planeta.
- La implementación de la práctica SCRUM permite optimizar el trabajo del equipo, dando valor al resultado y manteniendo ritmos constantes de trabajos.
- El proyecto optimiza espacios muertos de la institución potencializando su uso para el aprovechamiento de residuos, clasificados dentro de la herramienta.
- El lenguaje de la herramienta es amigable, ligero y de fácil entendimiento para su implementación y uso.

- Los beneficios del proyecto pueden ser medidos a corto, mediano y largo plazo, dada la reiteratividad de las actividades que lo componen.
- El proyecto tiene la capacidad de acoger a todos los estudiantes que sean parte de la institución sin importar el grado académico que cursen, dadas las capacitaciones y ayudas audiovisuales creadas para este.
- Las actividades del proyecto permiten a los estudiantes replicarlas en sus ambientes familiares.
- La herramienta permite acercar a los estudiantes a la tecnología, pudiendo crear por medio de esta, un ambiente académico a partir de su enseñanza.
- La herramienta permite manejar inventarios para la venta y compra de productos para el beneficio de la institución.
- El proyecto permite desarrollar la creatividad de los estudiantes en la creación de productos que posteriormente aprovecharán como ganancias a la institución.
- Los docentes de la institución se comprometen con el aprendizaje por medio del proyecto, siendo multiplicadores hacia los estudiantes nuevos dentro de la institución.
- El proceso de lombricultivo puede generar proyectos futuros, para el aprovechamiento y uso de energía orgánica.

REFERENCIAS

Balsamiq. (2019). Balsamiq Wireframes | Balsamiq. Retrieved from <https://balsamiq.com/wireframes/>

Boronczyk, T., & Psinas, M. E. (2008). PHP y MySQL. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=WkFaPwAACAAJ&dq=php+y+mysql&hl=es &sa=X&ved=0ahUKEwjanoWbuLDkAhWkKtKKhC-VCdoQ6AEIYTAJ>

Cobo, A., Gómez, P., & Pérez, D. (2000). PHP y MySQL: tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web. Ediciones Díaz de Santos.

Convivencia. (2019). Nosotros. Retrieved from <http://convivencia.org/col/nosotros.html>

Gilmore, W. J. (2010). Beginning PHP and MySQL: from novice to professional. Apress.

GPM. (2016). El estándar P5 de GPM Global para la sostenibilidad en la dirección de proyectos.

IEEE. (2019). SIGHT-IEEE. Retrieved from <https://www.ieee.org/membership-catalog/productdetail/showProductDetailPage.html?product=MEMSIGHT&searchResults=Y>

IEEE Colombia. (2019). IEEE - Acerca de Ramas Estudiantiles IEEE. Retrieved from <http://www.ieee.org.co/acerca-de-ieee.php>

Jahr, M. (2014). A hybrid approach to quantitative software project scheduling within agile frameworks. *Project Management Journal*, 45(3), 35–45. <https://doi.org/10.1002/pmj.21411>

Ken Schwaber, J. S. (2013). La Guía de Scrum. 21.

Kerzner, H. (2015). Benefits realization management. Project Management Institute, 1–6. Retrieved from <https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/benefits-realization-management-framework.pdf>

Proyectosagiles.org. (2019). Qué es SCRUM – Proyectos Ágiles. Retrieved from <https://proyectosagiles.org/que-es-scrum/>

Softeng. (2019). Metodología SCRUM para desarrollo de software a medida. Retrieved from <https://www.softeng.es/es-es/empresa/metodologias-de-trabajo/metodologia-scrum.html> Spona, H. (2010). Programación de bases de datos con MySQL y PHP. Marcombo. State of Agile(TM). (2019). The 13th annual STATE OF AGILE(TM) Report. CollabNet | VersionOne, 13, 16.

Uso del Análisis Wavelet para determinar la estabilidad en amputados transtibiales unilaterales

Lely A. Luengas C.

Ingeniera Electrónica, Especialista en Pedagogía y Docencia Universitaria, Magister en Ingeniería Eléctrica, Doctora en Ingeniería. Docente Asociada de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Investigadora Asociada de Colciencias. Coordinadora del Nodo Bogotá-Centro de la Red Nacional de Comités de Ética en Investigación y Comités de Bioética. Condecorada con la orden al Mérito por el Senado de la República de Colombia por sus aportes a la nación en el área de Bioingeniería. Con publicación de tres libros en el área de ingeniería y más de 40 artículos en revistas científicas. Correspondencia: laluegasc@udistrital.edu.co

Daissy Carola Toloza

Ingeniera Biomédica, Especialista en Auditoría en Salud, Doctora en Ingeniería. Directora de Ingeniería Biomédica, Universidad Manuela Beltrán, Bucaramanga. Sus investigaciones y publicaciones se centran en el análisis de la estabilidad postural, el procesamiento digital de señales, el desarrollo de modelos predictivos y la bioinstrumentación. Correspondencia: daissytoloza@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2199-6797>

Cristian David Pinzón Malaver

Tecnólogo en Electrónica, estudiante de Ingeniería en Control. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C, Colombia. Correspondencia: pinzon.malaver@gmail.com

Resumen

Con el fin de determinar las diferencias de la estabilidad postural estática entre adultos no amputados y físicamente activos y adultos amputados transtibiales unilaterales se realizó un estudio descriptivo en el Servicio de Amputados y Prótesis del Hospital Militar Central, Bogotá. Colombia. Participaron 18 sujetos: nueve hombres amputados usuarios de prótesis transtibiales (edad: 32.35 ± 3.2 años, masa: 78.25 ± 6.5 kg, altura: 176 ± 2.7 cm, índice de masa corporal (IMC) $24.77 \text{ Kg/m}^2 \pm 7.7$) y nueve no amputados (edad: 44.32 ± 12.7 años, masa: 69.44 ± 14.99 kg, altura: 167.44 ± 8.45 cm, índice de masa corporal (IMC) $24.5 \text{ Kg/m}^2 \pm 3$). El centro de presión se midió durante diez segundos cuando el sujeto estaba en posición de bipedestación estática, a partir de allí se observó la estabilidad postural estática usando transformada wavelet.

Palabras clave: Amputación transtibial, Estabilidad, Wavelet

Abstract

In order to determine the differences in static postural stability between non-amputated and physically active adults and unilateral transtibial amputee adults, a descriptive study was carried out in the Amputee and Prosthetics Service of the Central Military Hospital, Bogotá. Colombia. 18 subjects participated: nine men amputated users of transtibial prostheses (age: 32.35 ± 3.2 years, mass: 78.25 ± 6.5 kg, height: 176 ± 2.7 cm, body mass index (BMI) $24.77 \text{ Kg / m}^2 \pm 7.7$) and nine no amputees (age: 44.32 ± 12.7 years, mass: 69.44 ± 14.99 kg, height: 167.44 ± 8.45 cm, body mass index (BMI) $24.5 \text{ Kg / m}^2 \pm 3$). The pressure center was measured for ten seconds when the subject was in static standing position, from there the static postural stability was observed using wavelet transform.

Keywords: Amputación transtibial, Estabilidad, Wavelet

Introducción

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que alrededor del 15% de los habitantes en el mundo tienen discapacidad, de los cuales el 6.3% se encuentran en Colombia y se incluyen amputados (World Health Organization, 2005). Las amputaciones no sólo se dan por enfermedades sino también por malformaciones durante la gestación o por accidentes de diversa índole, entre los que se encuentra el trauma por mina antipersona. A 2016, en Colombia, las personas que experimentaron pérdida de segmento corporal fueron aproximadamente 50 mil. En Colombia, entre 1990 y 2016, debido a las minas antipersona cerca de 11 mil personas fueron impactadas, entre los que se cuentan civiles y militares, y personas heridas y fallecidas (Baydal-Bertomeu et al., 2004; Dirección Contra Minas, 2018).

Los amputados transtibiales (personas que perdieron parte de su extremidad inferior, por debajo de rodilla) para su recuperación funcional e incorporarse a su vida cotidiana utilizan la prótesis transtibial; la prótesis es un elemento artificial cuya función es suplir las funciones de la parte mutilada del cuerpo, está constituida por encaje (en inglés socket), pilón, pie protésico y adaptadores; debe ser ubicada de forma adecuada para que proporcione comodidad al usuario, además debe responder a las necesidades propias de cada persona (Ocampo, Henao, & Lorena, 2010).

La rehabilitación de prótesis es exitosa si el amputado exhibe estabilidad y balance cuando se encuentra en bipedestación y el patrón de marcha es similar al de los no amputados, es decir tiene bajo consumo energético (Andrysek, 2010). La capacidad de un sujeto para regresar su cuerpo de una postura inestable a una estable se denomina estabilidad, allí realiza una serie de movimientos voluntarios para contrarrestar las fuerzas externas que provocan perturbación. La obtención de la estabilidad de la postura se lleva a cabo con una serie de oscilaciones corporales manifestadas en la aceleración del centro de masa (COM), tiene en cuenta la regulación de la relación entre los movimientos del centro de presión (por sus siglas en inglés COP) y la base de sustentación, esta es la superficie que se encuentra delimita por la parte externa de los pies apoyados en el piso, forma un polígono. La presencia de elevados valores de los desplazamientos del COP se asocia a la disminución de la estabilidad postural y la pérdida del equilibrio (Meyer & Ayalon, 2006; Sadeghisani, Karimi, & Kamali, 2016). Los procesos de movilidad en los amputados se ven limitados por el deficiente control del equilibrio que presentan como consecuencia de la disminución de tejido óseo y muscular, lo que lleva a la afectación de los sistemas neuromuscular y somatosensorial, modificación de los mecanismos de adaptación y compensación presentes en la integración sensorial y motora, por citar algunas consecuencias de la extirpación (Kolarova, Janura, Svoboda, & Elfmark, 2013; Luengas C., Sanchez, & Vizcaya, 2017).

El análisis del COP permite establecer el grado de estabilidad que una persona presenta, su estudio se ha realizado tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia; con el fin de ampliar la cantidad de información que poseen las señales del COP en los últimos años se han incorporado técnicas que involucran análisis no lineal de tipo estocástico; mientras que el análisis lineal se enfoca en presentar un compendio estadístico de la información, el no-lineal permite identificar las propiedades estructurales y dinámicas subyacentes de la inestabilidad postural. Como desventaja del análisis lineal, este no es sensible a los cambios mínimos de estabilidad presentada por un sujeto o al realizar comparaciones entre grupos de sujeto, como ventaja, se tiene la facilidad de cálculo (Luengas & Toloza, 2019).

Un método de análisis de tiempo-frecuencia usado en la medicina para observar el comportamiento de señales biológicas es la transformada wavelet, su empleo ha sido casi nulo en el análisis postural. La identificación de espectros frecuenciales y la detección de discontinuidades en señales no estacionarias puede realizarse con la wavelet, esto es especialmente útil en el COP porque detecta su presencia en escalas frecuenciales en un tiempo dado y explora los coeficientes ondulatorios de las trayectorias del COP. Como resultado, produce información más sensible y robusta al presentarse cambios en la estabilidad postural inter-sujeto o intra-sujeto, además destaca las anomalías posturales, su duración y el tiempo de las transiciones, información clínica de interés en los procesos de análisis de la estabilidad (Jeong, Kim, Song, Chung, & Jeong, 2016; Junsheng, Dejie, & Yu, 2005).

El desplazamiento del COP se ha analizado con el uso de la Transformada discreta de wavelet (TDW), descomponiendo el COP en el dominio del tiempo en múltiples escalas de tiempo, también se ha utilizado para examinar la varianza de los coeficientes wavelet en escalas de tiempo específicas (Morales & Kolaczyk, 2002; Thurner, Mittermaier, & Ehrenberger, 2002). En wavelet se obtiene un espacio real bidimensional (j, k) a partir de la transformación de una señal de tiempo real $x(t)$ de tiempo discreto t . Los coeficientes wavelet $t(j, k)$ para cada nivel j y ubicación k se obtienen a partir de los coeficientes de expansión wavelet, Ecuación (1) (Addison, 2016; Chagdes et al., 2016; Treleaven, Murison, Jull, LowChoy, & Brauer, 2005).

$$T(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\psi_{a,b}^*(t)dt \tag{1}$$

$T(a, b)$ son los coeficientes wavelet en el tiempo t , $ta - \frac{2^a}{f_{sampling}}(x)t$ son los datos en función del tiempo, $\psi_{a,b}(t)$ es la “wavelet hijo”. $\psi_{a,b}(t)$ se forma por la dilatación y traslación de la wavelet madre $\psi(t)$, Ecuación (2).

$$\begin{aligned} \psi_{a,b} &= \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right) \\ a &= 2_j \\ b &= 2_j k \end{aligned} \tag{2}$$

$j = 1, \dots, J$ son niveles discretos. Los coeficientes detallados de la wavelet se consiguen en las escalas de los niveles de tiempo discreto, Ecuación (3).

$$dj(t) = \sum_{k=0}^{k(j)} T(j, k) \psi_{j,k}(t) \tag{3}$$

$k = 1, \dots, k(j)$ son ubicaciones discretas, Ecuación (4).

$$K(i) = \text{floor}\left(\frac{N - 2^j}{2^j}\right) \tag{4}$$

Hasta el momento, las investigaciones sobre el control del equilibrio postural en individuos amputados generalmente se realizan con parámetros lineales. De allí que se propuso una investigación para hacer uso de la TDW en la caracterización de la señal del COP en un grupo de amputados y un grupo de no amputados.

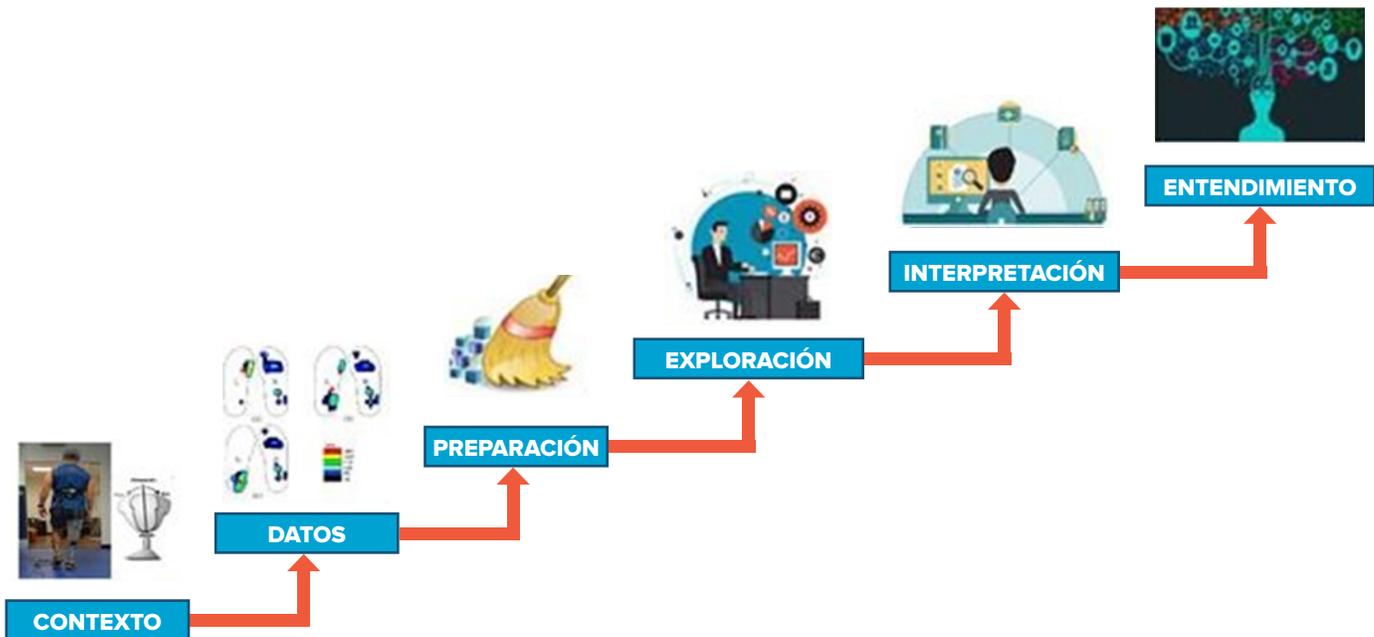
El documento que se presenta contiene las secciones de método para presentar el procedimiento usando en la investigación, resultados donde se dan a conocer los hallazgos más relevantes y conclusiones del proyecto desarrollado.

Método

La realización de la investigación propuesta se basó en el modelo Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (en inglés Knowledge Discovery in Databases, sus siglas KDD), ya que permite identificar patrones válidos, novedosos, útiles y entendibles, lo que lleva a crear un proceso que toma como punto de partida los datos y cuya meta es entrega de información relevante; KDD implica la evaluación e interpretación de patrones y modelos en un conjunto de datos para tomar decisiones con respecto a lo que constituye conocimiento, de allí que KDD requiera de un amplio y profundo conocimiento sobre el área de estudio a explorar. El uso de este tipo de método requiere la realización de un conjunto de actividades y tareas organizadas en pasos secuenciales, algunos autores sugieren nueve pasos, otros seis pasos ya que agrupan tres pasos, en el presente estudio se consideraron seis pasos, Figura 1 (Chang, Srikumar, & Roth, 2013; Maimon & Rokach, 2010):

1. Se inicia con el entendimiento del área de estudio, estudiando el problema y su contexto, se realiza el estado del arte y se establecen los límites y los objetivos que se pretenden.
2. Se continúa con la obtención de los elementos del conjunto de datos, deben ser datos relevantes al dominio y objetivos del estudio. Se seleccionan las variables a emplear.
3. Luego, se realiza la preparación de los datos, donde se manipulan y transforman los datos originales, de forma tal que la información del sistema implícita en el conjunto de datos se pueda descubrir o acceder. Involucra la limpieza y pre-procesamiento de los datos para la selección de datos relevantes, se elimina ruido, datos aislados (datos con características que son considerablemente diferentes de la mayoría del conjunto, en inglés se denominan outliers), registros duplicados, anomalías, se resuelve redundancias consecuencia de la integración, además maneja la información faltante. De esta forma se tendrá un conjunto de datos de entrada reducido y con información relevante del sistema que representa.
4. Seguido, se realiza la exploración de los datos, donde se tiene:
 - a. Selección de la tarea a ser realizada en la exploración de datos acorde con los objetivos fijados.
 - b. Selección de la técnica a ser usada en la búsqueda del patrón.
 - c. Implementación de la técnica en el conjunto de datos.
5. A continuación, se lleva a cabo la interpretación de los patrones presentes en los datos analizados.
6. Finalmente, se extrae e interpreta el conocimiento encontrado.

Figura 1. Metodología KDD utilizada en el desarrollo de la investigación



Fuente: Autores 2019

Con el estado del arte generado, se comprobó que no se tienen estudios del comportamiento del COP en amputados transtibiales unilaterales empleando transformada wavelet para observar estabilidad, sólo hay investigaciones en el tema que emplean técnicas lineales de análisis. Por lo tanto, se propuso indagar la estabilidad en amputados usando TDW.

Sujetos

Se generaron dos grupos en la investigación, grupo control y grupo de amputados, cada uno compuesto por nueve sujetos, esto con el fin de contrastar comportamiento de estabilidad, Tabla 1. La selección fue por conveniencia. El estudio fue avalado por el Comité de Ética del Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia y los sujetos participantes firmaron el consentimiento informado de inclusión en la investigación.

Tabla 1. Características de los grupos examinados.

	GRUPO CONTROL				GRUPO AMPUTADOS			
	EDAD (AÑOS)	MASA (kg)	TALLA (cm)	IMC (Kg/m2)	EDAD (AÑOS)	MASA (kg)	TALLA (cm)	IMC (Kg/m2)
MEDIA	44.32	69.44	167.44	24.5	32.35	78.25	176	24.77
SD	12.7	14.99	8.45	3	3.2	6.5	2.7	7.7
RANGO	25-61	54-94	157-183	21.5-29.7	29-46	66-89	160-180	22.8-30

Fuente: Autores 2019

En el grupo control el criterio de inclusión empelado fue ser física y mentalmente activos, sin trastorno músculo esquelético o neurológico auto informado. El criterio de exclusión empelado fue: diagnóstico de enfermedad con afectación al equilibrio, el uso de medicinas que alteren el equilibrio, hacer uso de elementos para mantener una posición bípeda o para moverse, así como mostrar signos de vértigo o mareo.

En el grupo de amputados se incluyeron los sujetos que usan de forma apropiada la prótesis con tiempo superior a un año, con estado de bienestar tanto mental como físico y social, y ausencia de enfermedad, sin variaciones músculo esqueléticas adicionales. Se excluyeron si usaban algún elemento de ayuda para estar de pie o para realizar marcha, presentaban dolor o alta sensibilidad en la parte residual de la amputación (muñón), con diagnóstico de afectación del equilibrio (mareo o vértigo) por enfermedad o por uso de medicamentos. La prótesis que utilizan tiene el método de suspensión por encaje interno y perno (conocido como liner y pin), y pie protésico en fibra de carbono de alta actividad, de la empresa Ottobock®.

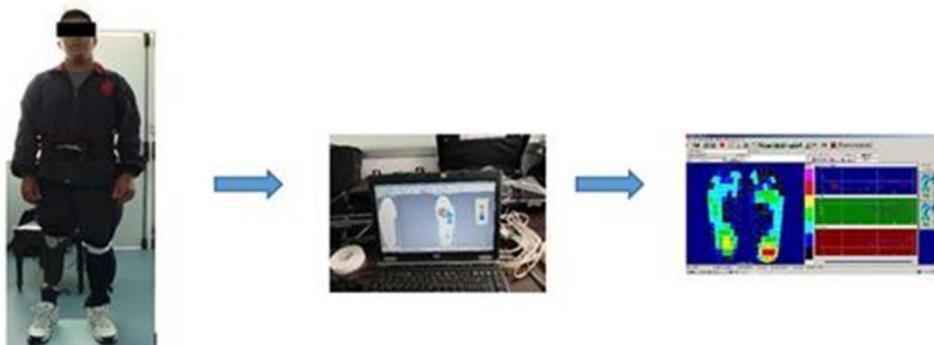
Instrumentos

Con el fin de obtener los datos de ubicación del COP en la región plantar de cada pie y analizarlos para conocer el comportamiento de estabilidad en los dos grupos se utilizó el sistema Pedar® de la empresa Novel GmbH, específicamente el sistema “PedarX Expert®”, es un sistema que mide la ubicación del centro de presión (COP) y la distribución de la presión en la planta del pie para supervisar cargas locales entre el pie y el zapato, se basa en unas plantillas con 198 sensores capacitivos (99 en cada plantilla) con software de adquisición de datos para la recopilación y presentación de datos de presión, es producido por la empresa alemana Novel (Novel.de, 2006).

Protocolo para obtención de datos

La medición de los sujetos se realizó en el Servicio de Amputados y Prótesis del Hospital Militar Central, Bogotá, Colombia. En la sala de rehabilitación física se situó el sistema Pedar®, las plantillas se colocaron sobre el piso de la sala de tal forma que permitieran la posición anatómica de bipedestación para medición, esto es con una separación de 150 mm de distancia entre los puntos medios de talón y cada pie con un ángulo de 8° (Lord & Smith, 1984), Figura 2. Se empleó la primera condición del test de Romberg, esto es permanecer en posición anatómica de bipedestación estática con los ojos abiertos, observando un muro de color blanco durante 10 segundos (Luengas C. & Toloza, 2019).

Figura 2. Medición de un sujeto de prueba siguiendo el protocolo propuesto.



Fuente: Autores 2019

Análisis de datos

Los datos se recibieron del software de Pedar® en archivo plano, estos fueron etiquetados y almacenados en EXCEL®. En primera instancia se analizaron de forma gráfica para detectar ruido y casos atípicos o datos faltantes, debido a la presencia de estas condiciones se utilizaron los datos de los seis (6) segundos intermedios de medición. En segunda instancia, al subconjunto de datos obtenido se le aplicó un filtro pasa bajo de cuarto orden de tipo Butterworth, con frecuencia de corte de 10 Hz (Winter, 1995). En tercera instancia se normalizaron.

Se realizó el análisis estadístico de los datos, para ello se calcularon la media y la desviación estándar (DS) de los datos. La detección de normalidad se realizó con la prueba de Levene y la comparación inter-grupos e intra-grupos se llevó a cabo con la prueba estadística H de Kruskal-Wallis. En todas las pruebas se empleó un nivel de significancia $p \leq 0.05$ (Buldt et al., 2018; Vanicek, Strike, McNaughton, & Polman, 2009). En el análisis de la señal de COP con el método no-lineal de la Transformada Discreta de Wavelet (TDW) se empleó la contribución de la energía obtenida con la TDW haciendo uso de la wavelet madre Biortogonal 2.4 (bior2.4), con el fin de conocer los niveles de frecuencia que existen en la señal COP en un determinado periodo de tiempo y así analizar e interpretar los coeficientes de la TDW. La señal del COP se descompuso en nueve (9) niveles o bandas de frecuencias, Tabla 2; los coeficientes se calcularon y graficaron para identificar los niveles en que están presentes y la posible reducción de los datos de la información, ya que los coeficientes de valores bajos pueden ser despreciados sin mayor pérdida de información. Se hizo uso de la wavelet madre Haar para observar el contenido de energía en cada una de las condiciones de desplazamiento medio-lateral y antero-posterior de las piernas izquierda y derecha de amputados y no amputados.

Tabla 2. Frecuencia asignada a cada banda

Coficiente	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	A8
f(Hz)	12.5-25	6.25-12.5	3.125-6.25	1.563-3.125	0.781-1.563	0.391-0.781	0.195-0.391	0.098-0.195	0-0.098

Fuente: Autores 2019

Con el propósito de establecer el componente de frecuencia en un determinado periodo de tiempo y obtener una interpretación tiempo-frecuencia se realizó un Espectrograma, también llamado Escalograma. El Escalograma es una representación visual de los coeficientes de la TDW donde se manejan colores para diferenciar las concentraciones de energía, de esta forma se identificaron las bandas de frecuencia que componen la señal COP y se cuantificó la contribución a la estabilidad postural en posición de bipedestación en los dos grupos de estudio (Wickstrom, Stergiou, & Kyvelidou, 2017, Rhea, Kiefer, Wright, Raisbeck, & Haran, 2015).

Resultados

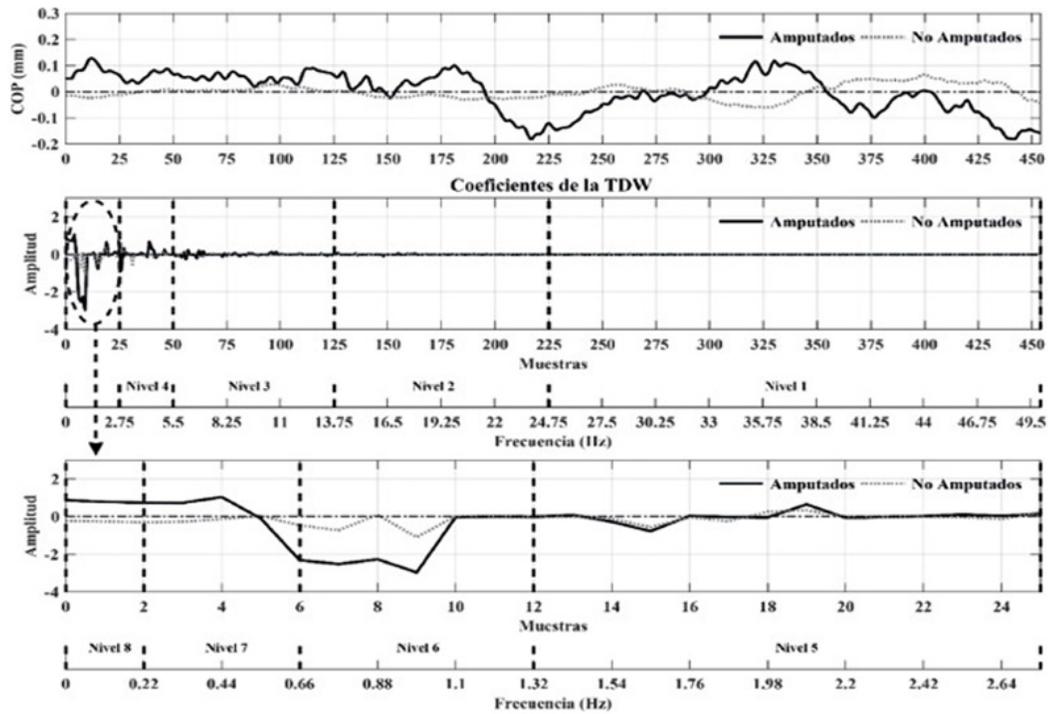
Los resultados obtenidos del análisis del COP utilizando el método no-lineal de la transformada discreta de wavelet (TDW) se muestra a continuación, con el fin de caracterizar esta señal en el grupo de estudio y el de control, utilizando los dos enfoques como se describen a continuación: coeficientes de la señal y el contenido de la energía.

Coficientes de la señal. Desplazamiento medio-lateral: Pierna izquierda para amputados y no amputados

En la Figura 3, se presentan los coeficientes obtenidos con la TDW y la wavelet madre “bior2.4”. En la parte superior de esta figura se ve la señal normalizada que consta de 454 muestras, y luego los coeficientes obtenidos para cada uno de los ocho niveles, tal como se registraron en la Tabla 2. Cada nivel es desagregado para facilitar la identificación de la presencia y amplitud de los coeficientes. Para cada nivel se extraen las características que corresponden al cálculo del promedio, el máximo y mínimo de los coeficientes de la TDW.

En la figura 3 se observa que desde el nivel 3 al 8 algunos coeficientes son distintos de cero, sin embargo, las máximas amplitudes se concentran en los niveles 5 al 8. Por lo tanto, se puede decir que la información útil de la señal está concentrada en los coeficientes de la TDW de los niveles 3 al 8, que corresponden a la banda de frecuencia entre 0.098 a 6.25 Hz. Para no amputados, los coeficientes se concentran en los niveles 4 al 8 que conciernen a 57 muestras y corresponden a la banda de frecuencia entre 0 a 3.125 Hz. Posteriormente, se obtiene el espectrograma, que permite ver la concentración de energía correspondiente a la intensidad del color; el tiempo, ubicado en el eje x, y la frecuencia (o escala), que se encuentra en el eje y, como se observa en la figura 4A para el grupo de estudio y en la figura 4B para el de control.

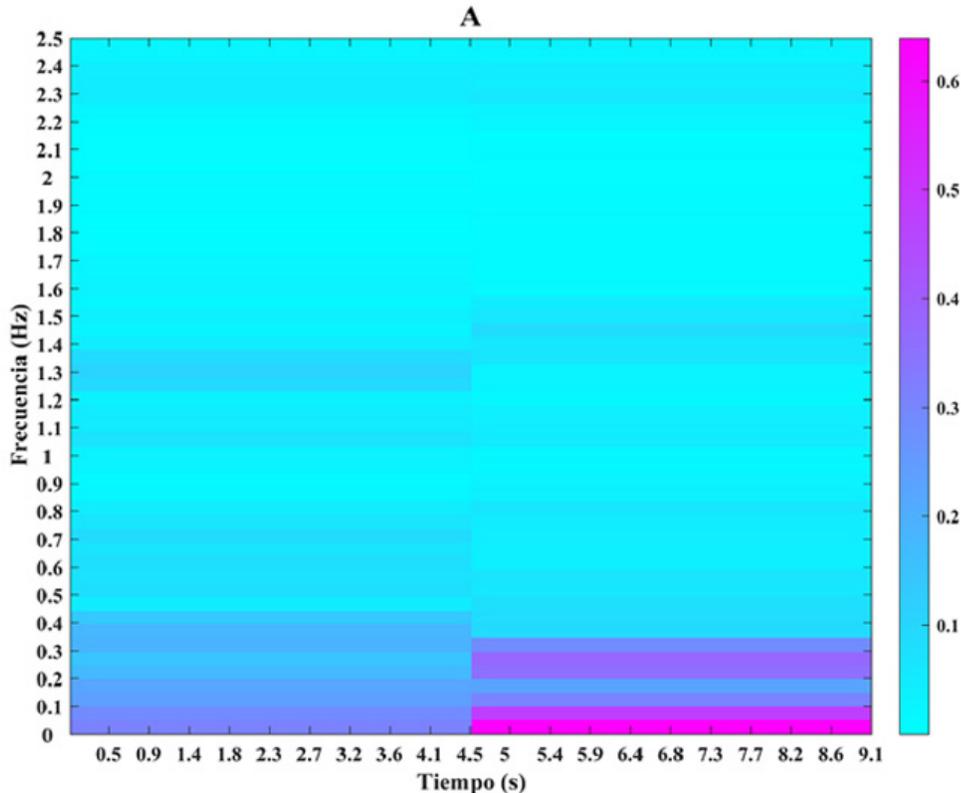
Figura 3. Coeficientes de la TDW, pierna izquierda-medio-lateral.

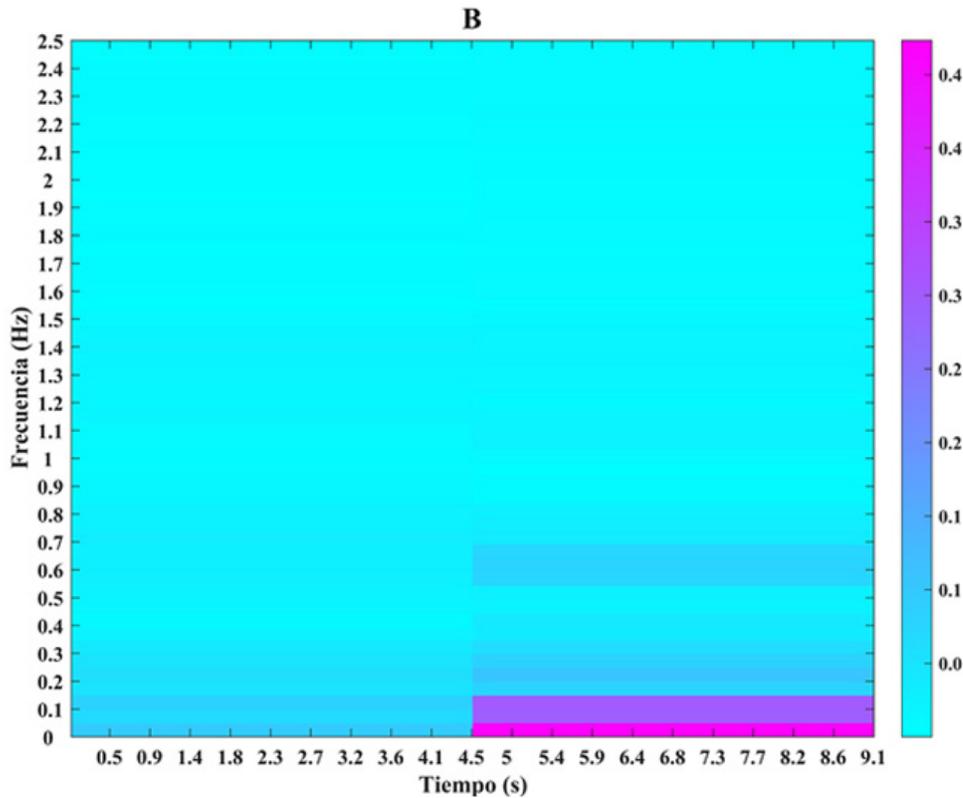


Fuente: Autores 2019

La anterior distribución gráfica y extracción de características se utilizó para todas las condiciones de desplazamiento medio-lateral y antero-posterior de la pierna izquierda y derecha en ambos grupos. En el espectrograma de la Figura 4A, la frecuencia de la señal COP se ubicó hasta 1.6 Hz. Específicamente, el espectro wavelet presenta la mayor concentración de energía en la frecuencia de 0.05 Hz entre los 4.5 y 9.08 segundos. Para no amputados (Figura 4B) entre los 4.5 y 9.08 segundos se observó la frecuencia mayor que corresponden a 0.05 Hz.

Figura 4. Espectrograma pierna izquierda Medio-lateral. A: grupo de estudio; B: grupo de control.

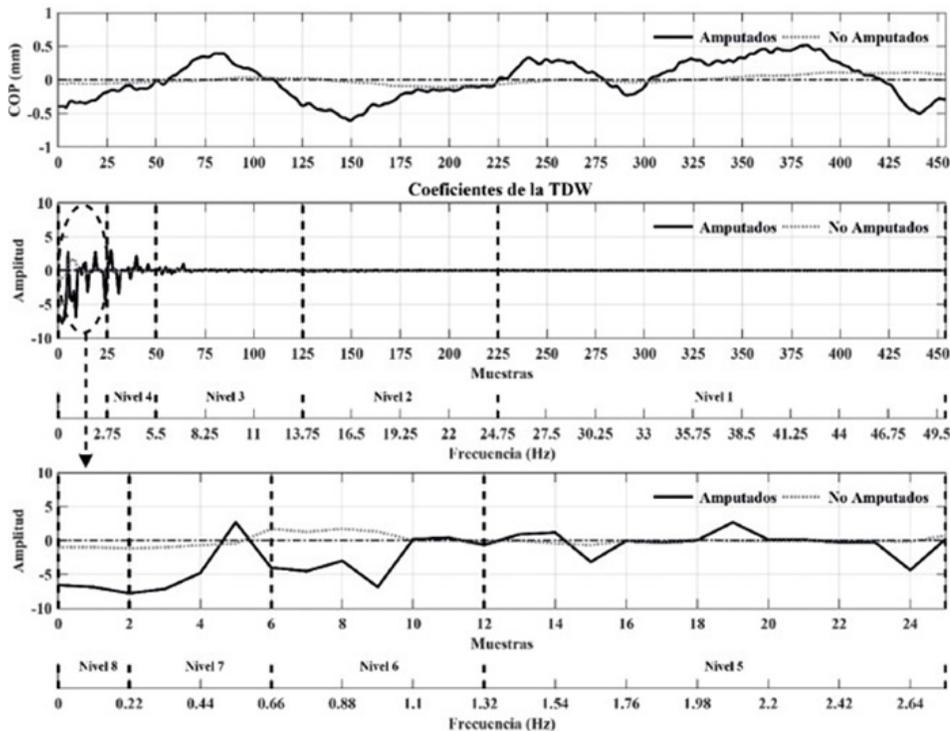




Fuente: Autores 2019

Desplazamiento medio-lateral: Pierna derecha para amputados y no amputados Los coeficientes de la TDW en amputados se presentan en la Figura 5; se observa que desde el nivel 4 al 8 algunos coeficientes son distintos de cero, sin embargo, las máximas amplitudes se concentran en los niveles 5 al 8. Por lo tanto, se puede decir que la información útil de la señal está concentrada en los coeficientes de la TDW de los niveles 4 al 8, que corresponden a la banda de frecuencia entre 0.098 a 3.25 Hz. En otras palabras, la señal de 454 muestras se podría representar solamente con 57 muestras, lo que significa una importante reducción de los datos que caracterizan la señal. Para el grupo de control, los coeficientes se concentran en los niveles 5 al 8, que conciernen a 28 muestras y corresponden a la banda de frecuencia entre 0 a 1.563 Hz (Figura 5).

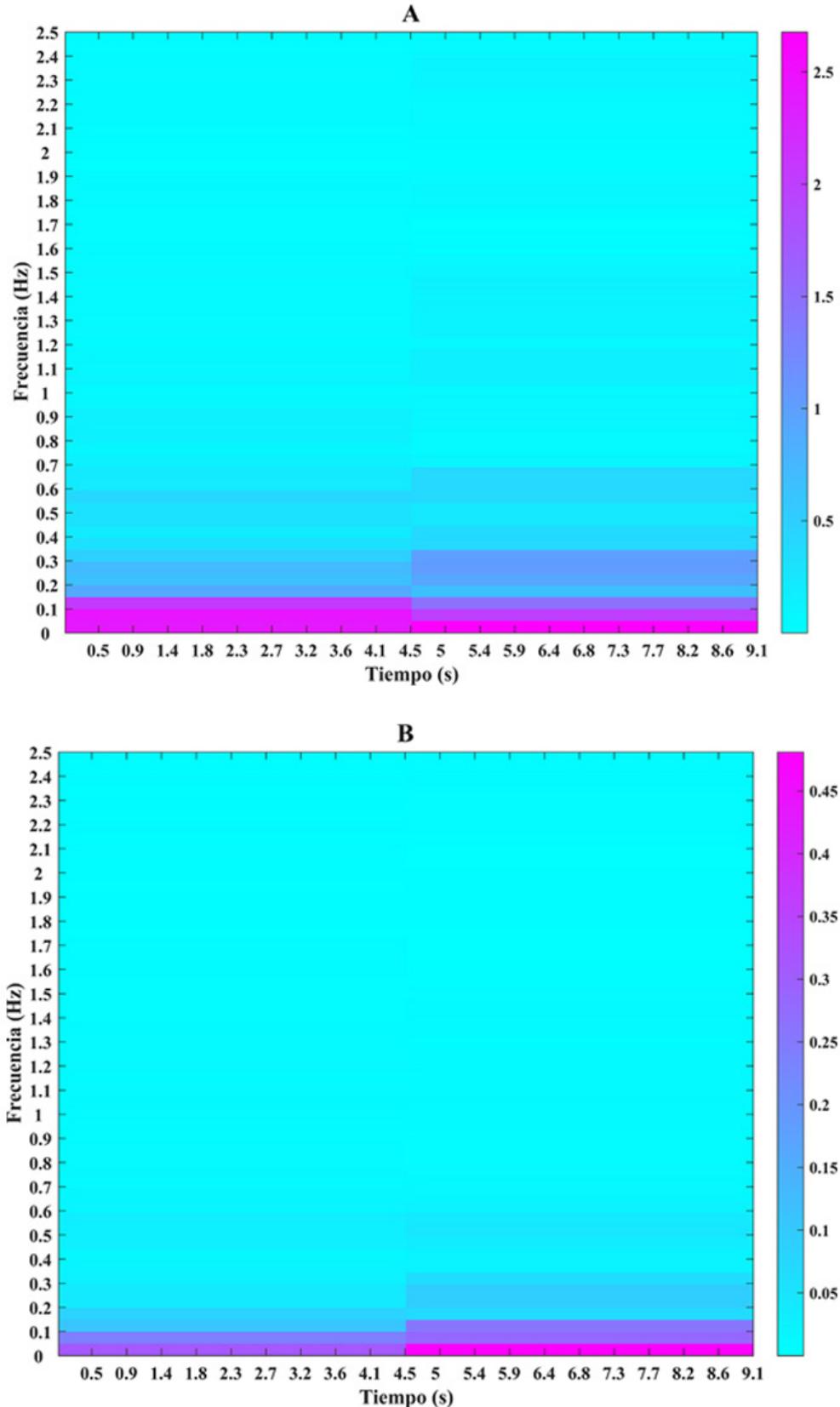
Figura 5. Coeficientes de la TDW, pierna derecha-medio-lateral.



Fuente: Autores 2019

En el espectrograma de la Figura 6A, la frecuencia de la señal COP se ubicó hasta 0.7 Hz. Específicamente, el espectro wavelet presenta la mayor concentración de energía en el rango de frecuencia de 0-0.1 Hz entre los 0 y 4.5 segundos y de 0 a 0.05 Hz entre los 4.5 y 9.08 segundos. Para no amputados (Figura 6B) entre los 4.5 y 9.08 segundos se observó la frecuencia mayor que corresponden al rango de 0-0.05 Hz.

Figura 6. Espectrograma pierna derecha medial-lateral. A: grupo de estudio; B: grupo de control.

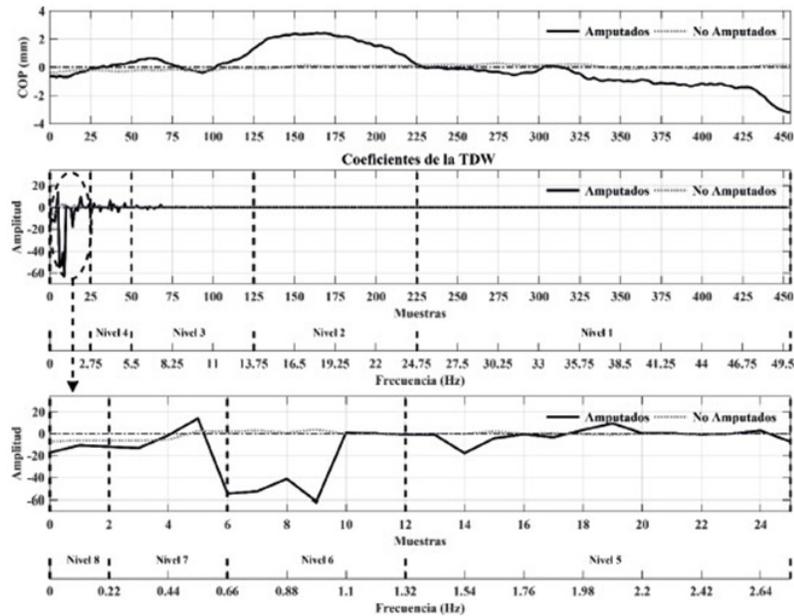


Fuente: Autores 2019

Desplazamiento antero-posterior: Pierna izquierda para amputados y no amputados

Los coeficientes de la TDW en amputados se presentan en la Figura 7; se observa que desde el nivel 4 al 8 algunos coeficientes son distintos de cero, sin embargo, las máximas amplitudes se concentran en los niveles 5 al 8. Por lo tanto, se puede decir que la información útil de la señal está concentrada en los coeficientes de la TDW de los niveles 4 al 8, que corresponden a la banda de frecuencia entre 0.098 a 3.125 Hz. En otras palabras, la señal de 454 muestras se podría representar solamente con 57 muestras, lo que significa una importante reducción de los datos que caracterizan la señal. Para no amputados, los coeficientes se concentran en los niveles 5 al 8 que conciernen a 28 muestras y corresponden a la banda de frecuencia entre 0 a 1 Hz (Figura 7).

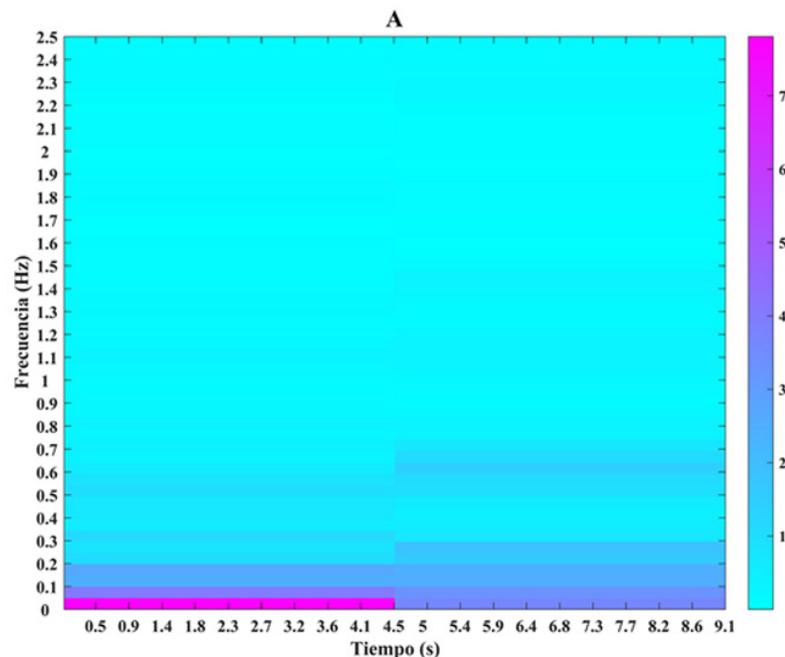
Figura 7. Coeficientes de la TDW, pierna izquierda-antero-posterior



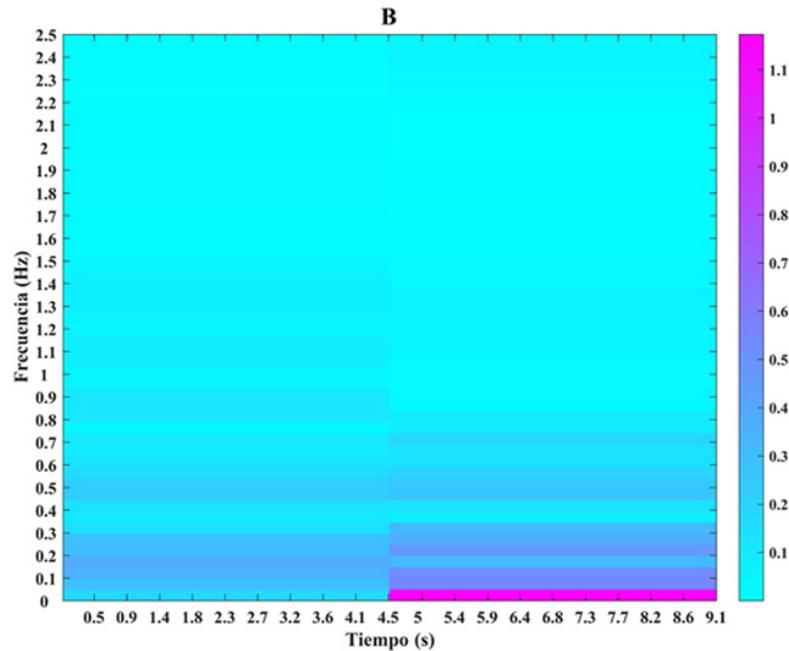
Fuente: Autores 2019

En el espectrograma de la Figura 8A, la frecuencia de la señal COP se ubicó hasta 0.7 Hz. Específicamente, el espectro wavelet presenta la mayor concentración de energía en el rango de frecuencia de 0-0.05 Hz entre los 0 y 4.5 segundos. Para no amputados (Figura 8B) entre los 4.5 y 9.08 segundos se observó la frecuencia mayor que corresponde al rango de 0-0.05 Hz.

Figura 8. Espectrograma pierna izquierda antero-posterior. A: grupo de estudio; B: grupo de control



Fuente: Autores 2019

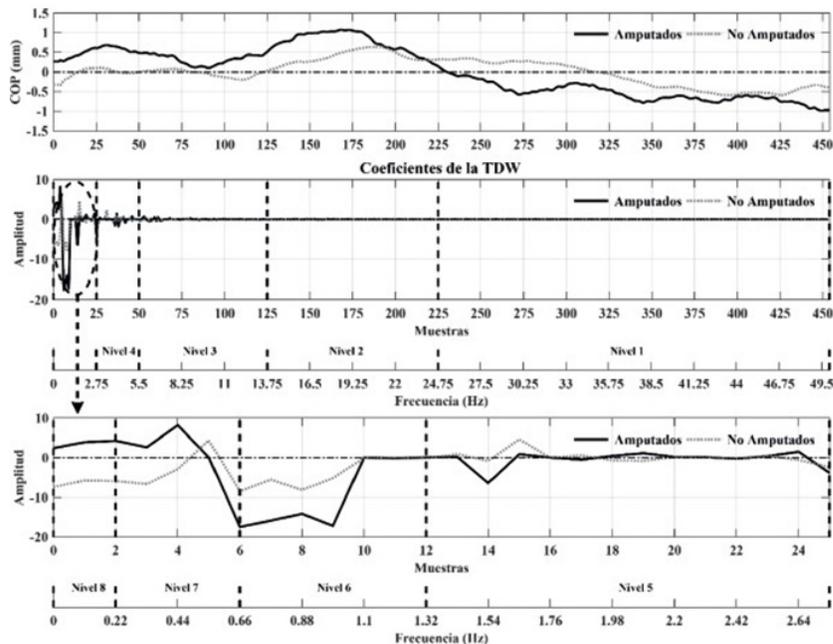


Fuente: Autores 2019

Desplazamiento antero-posterior: Pierna derecha para amputados y no amputados

Los coeficientes de la TDW en amputados se presentan en la Figura 9. Se observa que desde el nivel 3 al 8 algunos coeficientes son distintos de cero, sin embargo, las máximas amplitudes se concentran en los niveles 4 al 8. Por lo tanto, se puede decir que la información útil de la señal está concentrada en los coeficientes de la TDW de los niveles 3 al 8, que corresponden a la banda de frecuencia entre 0.098 a 6.25 Hz. En otras palabras, la señal de 454 muestras se podría representar solamente con 114 muestras, eso significa una importante reducción de los datos que caracterizan la señal. Para no amputados, los coeficientes se concentran en los niveles 4 al 8, que conciernen a 57 muestras y corresponden a la banda de frecuencia entre 0 a 3.125 Hz (Figura 9).

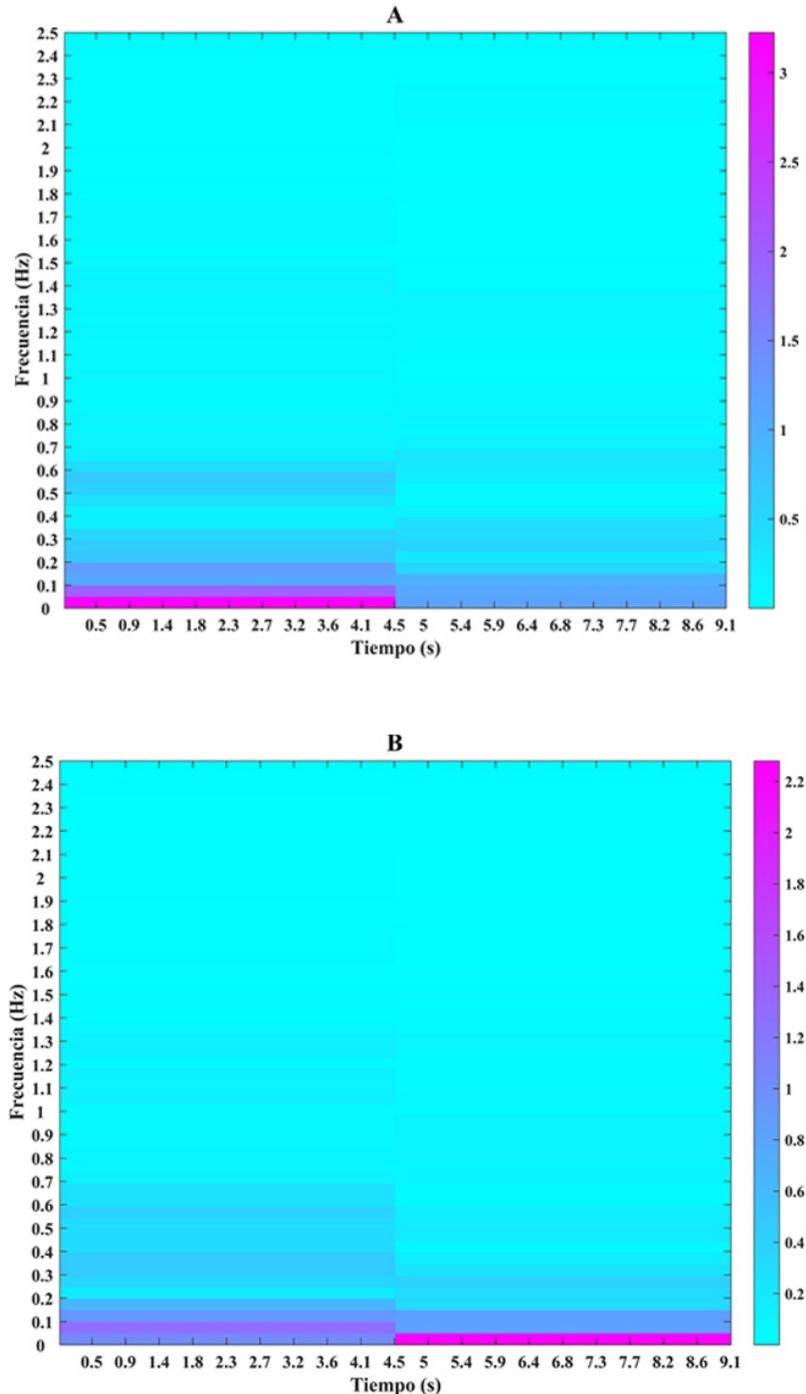
Figura 9. Coeficientes de la TDW, pierna derecha-antero-posterior



Fuente: Autores 2019

En el espectrograma de la Figura 10A, la frecuencia de la señal COP se ubicó hasta 0.6 Hz. Específicamente, el espectro wavelet presenta la mayor concentración de energía en el rango de frecuencia de 0-0.05 Hz entre los 0 y 4.5 segundos. Para no amputados (Figura 10B), entre los 4.5 y 9.08 segundos se observó la frecuencia mayor que corresponden al rango de 0-0.05 Hz.

Figura 10. Espectrograma pierna derecha antero-posterior. A: grupo de amputados; B: grupo no amputados.



Fuente: Autores 2019

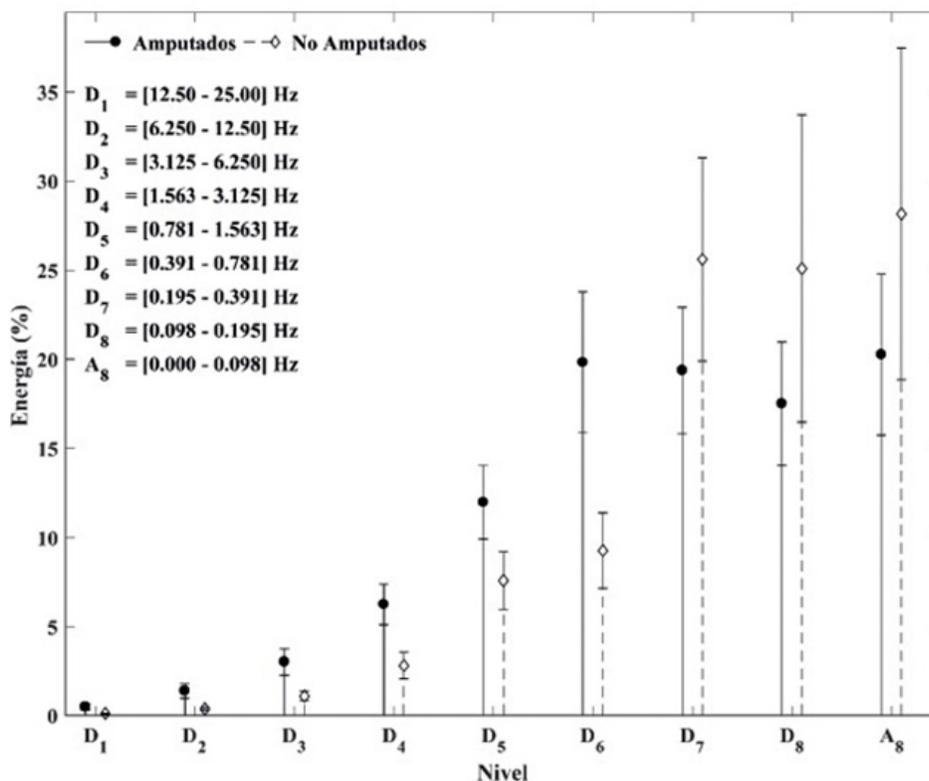
Contenido de energía

Para identificar el contenido de energía en cada una de las condiciones de desplazamiento medio-lateral y antero-posterior de las piernas izquierda y derecha de amputados y no amputados, se utilizó la wavelet madre Haar. El cálculo de la energía de wavelet proporciona el porcentaje de energía en la descomposición de la señal COP en ambos grupos para el desplazamiento Medio-lateral y antero-posterior en ambas piernas. A continuación, se exponen los resultados.

Desplazamiento medio-lateral: Pierna izquierda para amputados y no amputados

En la pierna izquierda medio-lateral de amputados frente a no amputados, se aprecia que el porcentaje de contenido de energía fue muy bajo en las escalas de tiempo más cortas (D1-D3), aumentó gradualmente en las moderadas (D4-D6), se estabilizó en las escalas de tiempo de moderadas a largas (D7-A8) (Figura 11), y no se observó una escala de tiempo dominante. Para amputados, la energía se concentró en mayor medida en el nivel 6 al 8 con la aproximación (nivel 9), lo cual indica que la banda de frecuencia está entre 0 y 0.781 Hz (Figura 11), mientras que, para no amputados, la energía se concentró en mayor medida en el nivel 7 al 8 con la aproximación (nivel 9), lo cual indica que la banda de frecuencia está entre 0 a 0.391 Hz (Figura 11).

Figura 11. Porcentaje de energía: COP-ML pierna izquierda

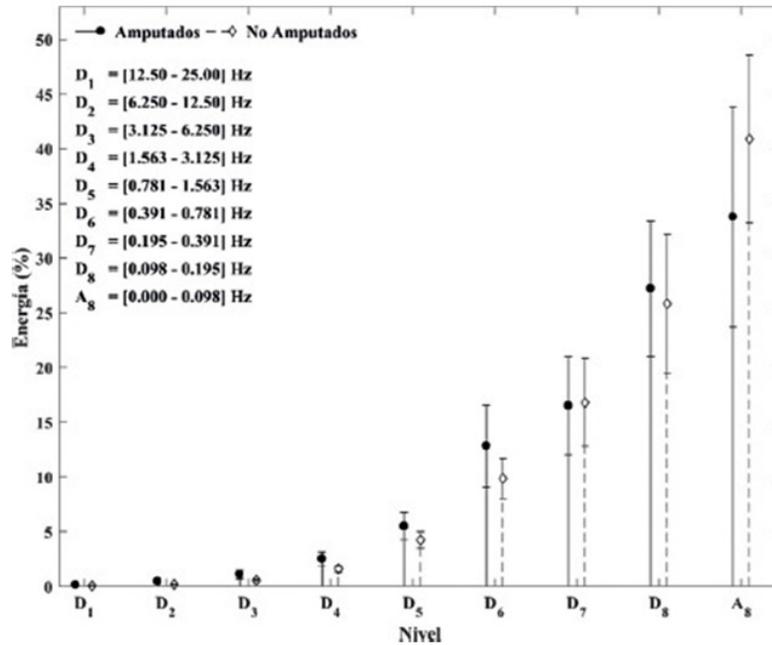


Fuente: Autores 2019

Desplazamiento medial-lateral: Pierna derecha para amputados y no amputados

En la pierna derecha medio-lateral de amputados frente a no amputados, se aprecia que el porcentaje de contenido de energía fue muy bajo en las escalas de tiempo más cortas (D1-D3) y aumentó gradualmente en las moderadas y largas (D4-D8 y A8) (Figura 12); no se observó una escala de tiempo dominante. Para amputados y no amputados la energía se concentró en mayor medida en el nivel 8 con la aproximación (nivel 9), lo cual indica que la banda de frecuencia está entre 0 y 0.195 Hz (Figura 12).

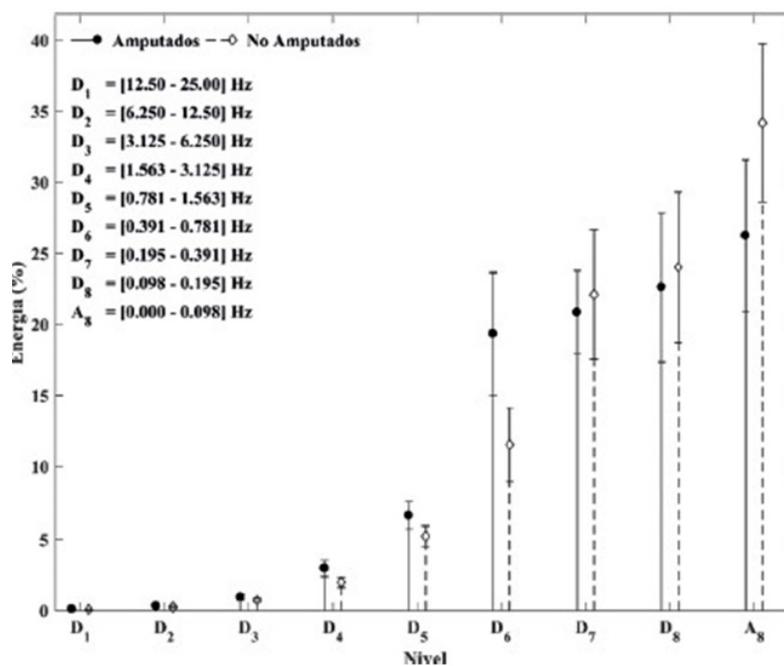
Figura 12. Porcentaje de energía: COP-ML pierna derecha



Fuente: Autores 2019

Desplazamiento antero-posterior: Pierna izquierda para amputados y no amputados En la pierna izquierda antero-posterior de amputados frente a no amputados, se aprecia que el porcentaje de contenido de energía fue muy bajo en las escalas de tiempo más cortas (D1-D3) y aumentó gradualmente en las moderadas (D4-D6), se estabilizó en las escalas de tiempo de moderadas a largas (D7-A8) (Figura 13) y no se observó una escala de tiempo dominante. Para amputados y no amputados la energía se concentró en mayor medida en los niveles D6 a D8 con la aproximación (nivel 9), lo cual indica que la banda de frecuencia está entre 0 a 0.781 Hz (Figura 13).

Figura 13. Porcentaje de energía: COP-AP pierna izquierda

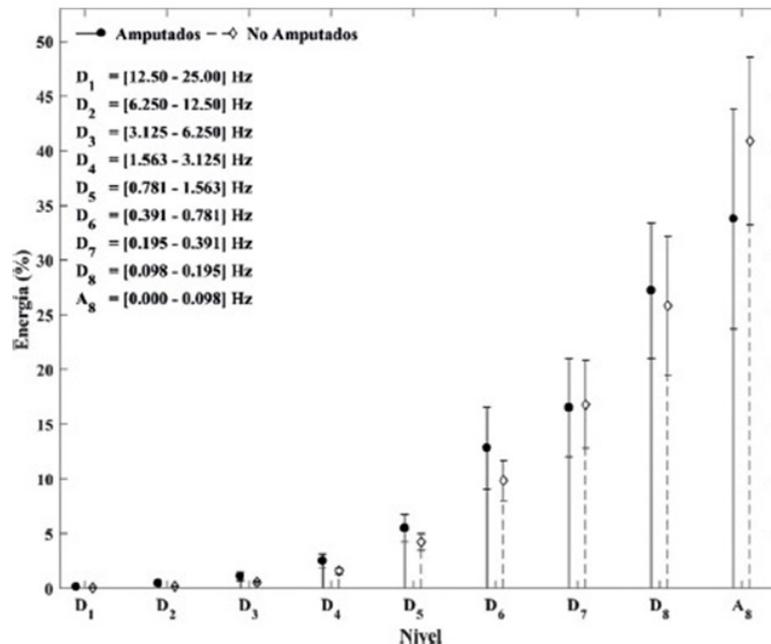


Fuente: Autores 2019

Desplazamiento antero-posterior: Pierna derecha para amputados y no amputados

En la pierna derecha antero-posterior de amputados frente a no amputados, se aprecia que el porcentaje de contenido de energía fue muy bajo en las escalas de tiempo más cortas (D1-D3), aumentó gradualmente en las escalas de tiempo moderadas y largas (D4-D8 y A8) (Figura 14), y no se observó una escala de tiempo dominante. Para amputados y no amputados, la energía se concentró en mayor medida en los niveles D6 a D8 con la aproximación (nivel 9), lo cual indica que la banda de frecuencia está entre 0 y 0.781 Hz (Figura 14).

Figura 14. Porcentaje de energía: COP-AP pierna derecha



Fuente: Autores 2019

Discusión y conclusiones

La estabilidad en la posición de bipedestación se define como la habilidad para mantener y controlar el movimiento del centro de presión (COP) dentro de los límites de la base, también llamados de estabilidad. Estos límites se consideran una demarcación dentro de la cual el cuerpo mantiene la estabilidad sin cambiar la base.

El estudio de la estabilidad en amputados se ha enfocado principalmente en dos áreas: las estrategias de control motor que los sujetos emplean cuando se encuentran en posición de bipedestación, y la organización de las estrategias de movimiento utilizadas para recuperar la estabilidad en respuesta a desplazamientos. Ninguna área ha considerado el desempeño del COP en bipedestación. Por otro lado, los sujetos reclutados en los estudios son pacientes amputados por trauma de accidente y causas vasculares (Molero-Sánchez et al., 2015).

La investigación vinculó hombres con amputación por trauma debido a minas antipersona, y se estudiaron los parámetros que involucran el comportamiento del COP; para ello se exploraron dos grupos, uno de control compuesto por no amputados y uno de estudio con amputados transtibiales usuarios de prótesis.

Los amputados realizan mayores movimientos en el eje antero-posterior en relación con los no amputados, para así mantener la estabilidad dentro de los límites que les permiten mantenerse erguidos de pie. Estos movimientos se dan principalmente en el lado contralateral o no amputado. La pérdida de información proveniente de los propioceptores que residen en la porción amputada de la pierna y de los receptores cutáneos plantares del pie, es en parte responsable de la capacidad reducida para estabilizar el COP en el plano frontal (Luengas & Toloza, 2019).

El control postural en personas con amputación está vinculado a la construcción de los componentes protésicos; un sistema protésico inadecuado puede llevar a un aumento de las demandas en la extremidad intacta, a los cambios de presión dentro del zócalo protésico y al aumento de la asimetría en la distribución del peso, entre otros. Las propiedades pasivas del pie protésico contribuyen al control del equilibrio en la dirección anterior-posterior y medio-lateral, esta contribución varía según el modelo del pie protésico. Para que los individuos se involucren en actividades funcionales mientras están en bipedestación, sin riesgo a caerse, necesitan ubicar efectivamente el centro de gravedad (COG) dentro de los límites de la base.

El conocimiento del comportamiento del COP y de la estabilidad postural en personas amputadas dará herramientas para el diseño y fabricación de prótesis que mantengan una adecuada distribución de la presión plantar y del peso corporal en condiciones estáticas y dinámicas, elementos esenciales para la estabilidad que permiten ejecutar diferentes tareas, como estar de pie, caminar y correr.

Coeficientes de la señal

Los coeficientes de la TDW son el resultado del producto interno entre la función que se quiere evaluar y la wavelet madre, esto es, el valor del coeficiente puede interpretarse como una medida de similitud en el contenido de frecuencia entre las dos funciones analizadas. Por lo tanto, el contenido de energía obtenido en los coeficientes de la TDW puede indicar la banda de frecuencia de la señal COP en cada una de las condiciones de desplazamiento medio-lateral y antero-posterior de las piernas izquierda y derecha de amputados y no amputados.

En las todas las condiciones se observó que los coeficientes se concentraron desde el nivel 3 hasta el nivel 9, es decir, desde 0 hasta 6.25 Hz, lo que indica que el COP presenta un componente de baja frecuencia como lo propusieron Winter (2009), Carpenter et al. (2001) y Vieira, De Oliveira y Nadal (2009b). Lo anterior indica que la información útil de la señal se puede representar solamente en 128 muestras, eso significa una importante reducción de los datos que caracterizan la señal del COP. El espectrograma igualmente arrojó frecuencias bajas para la señal COP para ambos grupos.

Al comparar el espectrograma en cada una de las condiciones de desplazamiento medio-lateral y antero-posterior pierna izquierda y derecha de amputados y no amputados, con el fin de identificar las posibles bandas de frecuencia en que pueden participar los desplazamientos medio-lateral y antero-posterior, respecto a la extremidad y condición de ausencia o presencia de miembro inferior, en los amputados se observó que en el desplazamiento medio-lateral se produce un mayor balanceo en los coeficientes del centro de presión medio-lateral (COP-ML) de la pierna izquierda (0-1.6 Hz), mientras que para la pierna derecha se concentraron en mayor medida en la banda de frecuencia de 0-0.1 Hz. En el desplazamiento antero-posterior el balanceo disminuye a la mitad en ambas extremidades concentrándose en mayor medida en la banda de frecuencia de 0-0.8 Hz.

Luego del análisis, se encontró que los amputados presentaron un mayor gasto de energía total promedio para mantener la estabilidad en posición bípeda; sobre la pierna derecha el desplazamiento medio-lateral alcanzado en los niveles D8 y A8 (0-0.195 Hz) estuvo entre 30 y 35 % de energía, contrario a la pierna izquierda que se mantuvo en 20 % de energía desde D6-D8 y A8 (0-0.781 Hz). Respecto al desplazamiento antero-posterior, la pierna izquierda mantuvo entre 20 y 25 % de la energía en los niveles D6-D8 y A8 (0-0.781 Hz), mientras que en la pierna derecha hubo un incremento gradual desde D6-D8 y A8 (0-0.781 Hz), entre 5 y 40 % de energía.

Contenido de energía

En el capítulo de resultados (Contenido de energía) se evidenció que los mayores porcentajes de energía se encontraron en los niveles D5 a A8, que corresponden a 0-1.563 Hz, aquí se ratifica nuevamente que la señal COP presenta una frecuencia baja como lo propusieron Winter (2009), Carpenter et al. (2001) y Vieira et al. (2009) y como se encontró en el análisis de los coeficientes.

En ambos desplazamientos, medio-lateral y antero-posterior, tanto para la pierna izquierda como para la derecha, se encontró muy poco porcentaje de energía en las escalas de tiempo más cortas (niveles D1 a D3) con un aumento gradual de la energía a escalas de tiempo moderadas (niveles D4 a D6) a largas (niveles D7 a A8), situación que también fue encontrada en las investigaciones de Kirchner et al. (2012) en su estudio con jóvenes sanos, y de Chagdes et al. (2009) con adultos y jóvenes sanos, al utilizar la TDW para evaluar el COP. Este cambio de energía que se distribuye a lo largo de las escalas de tiempo, indica que para ambos desplazamientos el control de la estabilidad en posición bípeda se logra con todos los sistemas sensoriales activos. Por lo tanto, el control postural hace una reponderación sensorial para adaptarse a los cambios del entorno (Peterka, 2002; Maurer, Mergner y Peterka, 2006).

Los sujetos con integración sensorimotora alterada, tales como los amputados transtibiales, presentan perturbación en la estabilidad, ya que se reduce el control voluntario de la ubicación del COP con respecto a la base, debido a la pérdida de todas las entradas externas causada por la amputación. Los medios para evaluar con precisión la estabilidad postural pueden ser útiles para diseñar y desarrollar métodos de rehabilitación y dispositivos de asistencia eficientes, efectivos y económicos.

La diferencia en el patrón de balanceo sugiere que los cambios en el desplazamiento antero-posterior del COP podrían ser una fuente predictiva, o incluso un requisito para la detección correcta del movimiento en amputados. Aunque algunas investigaciones han mostrado vínculos consistentes entre bajas frecuencias en el desplazamiento antero-posterior y altas frecuencias en el desplazamiento medio-lateral, específicamente en la extremidad no amputada, estos hallazgos no prueban necesariamente que los componentes de energía y potencia estén relacionados de la misma manera.

La amputación tiene un efecto directo en el movimiento y la estabilidad del balanceo de los pies durante la marcha, basándose en esto, las personas con amputación pueden tener una mayor demanda de estrategias proximales para la acelerar y mantener el equilibrio y una mayor incidencia de caídas. La inestabilidad y la alteración de la marcha son una prioridad para aplicar métodos de rehabilitación en amputados, especialmente si se trata de personas con otros traumas severos derivados de la amputación. Para el método de rehabilitación y la prevención secundaria, las mediciones de COP podrían usarse con el fin de monitorear la rehabilitación, el análisis y el entrenamiento, e integrarse en la rehabilitación de sujetos que sufrieron una amputación.

Se piensa que la variabilidad del COP es un mecanismo de medida de control postural central (Murray, Seireg y Sepic, 1975), en el cual los cambios en las medidas de velocidad podrían representar la estrategia que el cuerpo adapta para mantener la estabilidad postural (Riach y Starkes, 1994). Comprender qué representa cada parámetro es crucial para saber qué se mide con cada variable y por ende qué parámetro elegir. Es necesario investigar más para identificar cuáles aspectos de la postura representan los diferentes parámetros. Además, se debe enfocar el estudio en la variable o variables que proporcionan la mayor confiabilidad y validez, en diferentes condiciones de postura, para la cuantificación del equilibrio en pacientes amputados.

REFERENCIAS

- Addison, P. (2016). *The illustrated wavelet transform handbook: introductory theory and applications in science, engineering, medicine and finance*.
- Carpenter, M., Frank, J., Winter, D. y Peysar, G. (2001). Sampling duration effects on centre of pressure summary measures. *Gait & Posture*, 13(1), 35-40.
- Chagdes, J., Rietdyk, S., Haddad, J., Zelaznik, H., Raman, A., Rhea, C. y Silver, T. (2009). Multiple timescales in postural dynamics associated with vision and a secondary task are revealed by wavelet analysis. *Experimental Brain Research*, 197(3), 297-310.
- Kolarova, B., Janura, M., Svoboda, Z. y Elfmark, M. (2013). Limits of stability in persons with transtibial amputation with respect to prosthetic alignment alterations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(11), 2234-2240.
- Luengas, &, Toloza, D (2019). *Estabilidad en amputados transtibiales unilaterales*. Bogotá, Colombia: UD Editorial
- Lord, M. y Smith, D. (1984). Foot loading in amputee stance. *Prosthetics and Orthotics International*, 8(3), 159-164.
- Maurer, C., Mergner, T. y Peterka, R. (2006). Multisensory control of human upright stance. *Experimental Brain Research*, 171(2), 231-250.
- Meyer, G. y Ayalon, M. (2006). Biomechanical aspects of dynamic stability. *European Review of Aging and Physical Activity*, 3(1), 29-33.
- Morales, C. y Kolaczyk, E. (2002). Wavelet-based multifractal analysis of human balance. *Annals of Biomedical Engineering*, 30(4), 588-597.
- Molero-Sánchez, A., Molina-Rueda, F., Alguacil-Diego, I., Cano-de la Cuerda, R. y Miangolarra-Page, J. (2015). Comparison of Stability Limits in Men With Traumatic Transtibial Amputation and a Nonamputee Control Group. *PM&R*, 7(2), 123-129.
- Murray, M., Seireg, A. y Sepic, S. (1975). Normal postural stability and steadiness: quantitative assessment. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 57(4), 510-516.
- Novel.de. (2006). *The pedar® system*.
- Ocampo, M., Henao, L. y Vásquez, L. (2010). *Amputación de miembro inferior: cambios funcionales, inmovilización y actividad física*. Documento de investigación n. ° 42. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Peterka, R. J. (septiembre de 2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097-1118.
- Rhea, C., Kiefer, A., Wright, W., Raisbeck, L. y Haran, F. (2015). Interpretation of postural control may change due to data processing techniques. *Gait & Posture*, 41(2), 731-735.
- Riach, C. y Starkes, J. (septiembre de 1994). Velocity of centre of pressure excursions as an indicator of postural control systems in children. *Gait & Posture*, 2(3), 167-172.
- Thurner, S., Mittermaier, C. y Ehrenberger, K. (2002). Change of Complexity Patterns in Human Posture during Aging. *Audiology and Neurotology*, 7(4), 240-248.
- Treleaven, J., Murison, R., Jull, G., LowChoy, N. y Brauer, S. (2005). Is the method of signal analysis and test selection important for measuring standing balance in subjects with persistent whiplash? *Gait & Posture*, 21(4), 395-402.
- Vanicek, N., Strike, S., McNaughton, L. y Polman, R. (2009). Postural Responses to Dynamic Perturbations in Amputee Fallers Versus Nonfallers: A Comparative Study With Able-Bodied Subjects. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(6), 1018-1025.
- Veira, T., De Oliveira, L. y Nadal, J. (2009). Estimation procedures affect the center of pressure frequency analysis. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42(7), 665-673.
- Veira, T., De Oliveira, L. y Nadal, J. (2009b). An overview of age-related changes in postural control during quiet standing tasks using classical and modern stabilometric descriptors. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19(6), e513-e519.
- Wickstrom, J., Stergiou, N. y Kyvelidou, A. (2017). Reliability of center of pressure measures for assessing the development of sitting postural control through the stages of sitting. *Gait & Posture*, 56, 8-13.
- Winter, A. (1995). *A. B. C. anatomy, biomechanics and control of balance during standing and walking*. Waterloo: Waterloo Biomechanics.
- Winter, D. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*. Biomechanics and motor control of human movement (4.ª ed.). Nueva Jersey: John Wiley & Sons.

Impacto Climático en la calidad del café en el municipio de Toledo

Impacto del Cambio Climático en la calidad del grano del café en el Municipio de Toledo Departamento Norte de Santander Colombia.

Julio César Carvajal Rodríguez

Filósofo y Doctor en Educación. Par evaluador de Colciencias e Investigador Junior categoría Colciencias. Investigador del Grupo Ciempiés Categoría A Colciencias y docente de la Universidad de Santander UDES Cúcuta (Colombia) Email: departamentodeeducacion@cucuta.udes.edu.co

José de Jesús Núñez Rodríguez

Ingeniero Agrónomo Doctor y Postdoctor en Educación. Investigador del Grupo Ciempiés Categoría A Colciencias y docente de la Universidad de Santander UDES Cúcuta (Colombia) Email: jo.nunez@mail.udes.edu.co

Resumen

El propósito de la investigación es determinar como la variabilidad de las temperaturas y precipitaciones en las zonas cafetaleras del Departamento Norte de Santander de Colombia están afectando la calidad de los granos de café, tomando como referente estudios realizados en países productores de café en África y América Latina en el que revelan efectos negativos del cambio climático. Se tomaron registros de 8 años de las variaciones climáticas que fueron analizadas para una serie de datos del periodo 2010- 2017 de la Estación Climatológica San Antonio, ubicada a 1.539 msnm, propiedad del Centro Nacional de Investigaciones de Café, en el que se evidenció una variabilidad en las temperaturas (tendencias al incremento) y de las precipitaciones (tendencias a la disminución) que influyen en los procesos fisiológicos por stress hídrico y térmico (Silveira et al., 2016).

Palabras Clave: Café, cambio climático, evaluación, impactos.

Abstract

The purpose of the research is to determine how the variability of temperatures and rainfall in the coffee-growing areas of the Norte de Santander Department of Colombia are affecting the quality of coffee beans, taking as a reference studies conducted in coffee-producing countries in Africa and Latin America that reveal negative effects of climate change. Eight-year records of climatic variations were taken and analyzed for a series of data from the 2010-2017 period of the San Antonio Climatic Station, located at 1,539 meters above sea level, owned by the National Coffee Research Center, which showed a variability in temperatures (increasing trends) and rainfall (decreasing trends) that influence physiological processes by water and thermal stress (Silveira et al., 2016).

Keywords: Coffee, climate change, assessment, impacts.

Introducción

La importancia de ésta investigación radica en que presenta una metodología novedosa de análisis sobre los impactos de la variedad climática del café, pero que puede replicarse en otros cultivos para ir seleccionando o haciendo una reingeniería de la agricultura, y de esta manera dotar a los municipios de una herramienta metodológica para orientar los planes de gobierno o a justar las políticas públicas en temas de agricultura.

En el caso aquí propuesto como es el rubro del café la variabilidad de las temperaturas y precipitaciones en las zonas cafetaleras del Departamento Norte de Santander de Colombia están afectando la calidad de los granos de café. Estudios realizados en países productores de café en África y América Latina revelan efectos negativos del cambio climático sintetizados en los siguientes parámetros:

1) Zonas bajas (menores de 1.000 msnm) convertidas en marginales para la producción; **2)** Tendencia de los productores a ascender en la cotas de altitud superiores para mitigar los impactos en producción; **3)** Emergencia y voracidad de la incidencia de plagas y enfermedades; **4)** Merma en los caudales hídricos disponibles para riego y labores de beneficio del grano; **5)** Disminuciones en los rendimientos de los cultivos y; **6)** Pérdida de la calidad del grano de café por deficiencias en el llenado y maduración y daños causados por enfermedades, sequía y plagas. Este estudio facilitará a los gobiernos de turno asumir políticas más responsables en cuanto a la orientación de los planes de desarrollo sobre todo en el sector agropecuario.

Objetivos de la Investigación

El principal objetivo de la investigación fue determinar los efectos de la variabilidad climática en el peso de los granos de café en el Municipio Toledo, Departamento Norte de Santander (Colombia), como un insumo de nuevo conocimiento para establecer la calidad del café en escenarios del cambio que contribuya a asumir estrategias de mitigación y adaptación en la producción sostenible de café de buena calidad en el Departamento. Este objetivo nos llevó a tomar los objetivos secundarios como fueron, **a)** Determinar el efecto de las variaciones de la temperatura y la precipitación en las características físicas de los granos de café verdes en los rangos altitudinales seleccionados, **b)** Estimar los impactos económicos de la afectación de la calidad del grano de café por las variaciones climáticas en las zonas cafetaleras del municipio y **c)** Proponer, con base a los resultados de la investigación, un conjunto de estrategias para la mitigación y adaptación de la calidad del grano de café ante la incidencia del cambio climático en el Municipio Toledo, Departamento Norte de Santander.

Metodología

El proyecto asumió la siguiente metodología:

En la zona cafetalera del Municipio Toledo se ubicaron 5 franjas de altitud:

- 1) 1.000-1.199 msnm
- 2) 1.200-1.399 msnm
- 3) 1.400-1.599 msnm
- 4) 1.600-1.799 msnm
- 5) mayor a 1.800 msnm

En cada estrato se escogieron 4 fincas productoras de café Pesaje en balanza electrónica de 50 granos de café verde por muestra (20 muestras en total) Análisis de las temperaturas medias, mínimas y máximas, y las precipitaciones medias durante el período 2010-2017 Análisis de los resultados mediante el Análisis de la Varianza y pruebas de hipótesis de comparaciones múltiples con la T-Student

Resultados de la Investigación

Como resultados de la investigación se pudo evidenciar que en período de 8 años de registros climatológicos se evidenció una variabilidad en las temperaturas (tendencias al incremento) y de las precipitaciones (tendencias a la disminución) que influyen en los procesos fisiológicos por stress hídrico y térmico (Silveira et al., 2016), infestación de plagas y enfermedades (Esperbent, 2017), en la reproducción, floración y llenado de los frutos (Nendel et al., 2018) y en la calidad de los granos de café (Ocampo y Álvarez, 2017). Peltonen-Sainio et al., (2016) hallaron que incrementos de las temperaturas medias sobre 1 °C causan daños a los cultivos y, en el caso del café y en (Craparo et al., 2015) afirman que la variable climática de mayor influencia en los rendimientos son los aumentos de las temperaturas mínimas nocturnas al estimar que cada 1 °C de incremento ocasiona pérdidas anuales en el rendimiento de 137 ± 16.87 kg ha⁻¹.

Los resultados de la distribución de tamaños de los granos de café verde en los 5 gradientes altitudinales analizados indican la influencia de la variabilidad climática en la producción cafetera (Ocampo y Álvarez, 2017) al convertir áreas tradicionalmente dedicadas al cultivo en zonas marginales (pisos inferiores a 1.200 msnm) y permite establecer una franja optima actual para ubicada en gradientes altitudinales entre los 1.200 msnm a los 1.800 msnm. Asimismo, esta evidencia se corresponde con la investigación de Fischer and Bart (2014) realizada en Guatemala en donde la producción de café de alta calidad se ubica sobre los 4.500 pies de altura, convirtiendo las áreas bajas a la producción de otros rubros agrícolas. Estas pulsiones climáticas presionan a las migraciones altitudinales desde áreas convertidas en marginales hacia ecosistemas con mejores suelos, agua y clima (Sherbinin et al 2012; Chae and Lee, 2018; Hsiung et al., 2018).

En relación a las variaciones de las características físicas de peso y tamaño de los granos de café verde los resultados tienen correspondencia con los hallazgos de Malau et al., (2017) en la correlación positiva entre el peso y la altitud; de Scholz et al., (2018) sobre la influencia de las condiciones ambientales en la alteración de las características y atributos del café verde y; de Martins et al., (2015) en los cuales afirman que el déficit hídrico y la temperatura son los factores que más intervienen en el rendimiento del café.

Tabla 1. Comportamiento de las temperaturas medias (2010-2017)

	Media	Desviación	Coeficiencia Variación	Mínimo	Máximo	Intervalo de C. de la media (95%)	
						Inferior	Superior
2010	19.72	0.8789	4.46	18.4	21.0	19.16	20.28
2011	19.18	0.3996	2.08	18.5	19.7	18.93	19.44
2012	19.51	0.2778	1.42	18.9	19.9	19.33	19.69
2013	19.75	0.3503	1.77	19.2	20.4	19.53	19.97
2014	19.73	0.5598	2.84	18.8	20.6	19.38	20.09
2015	20.37	0.3525	1.73	19.8	21.1	20.14	20.59
2016	20.22	0.6726	3.33	19.3	21.5	19.79	20.64
2017	19.53	0.4887	2.50	18.8	20.5	19.22	19.84

Fuente: Elaboración Propia 2019

Tabla 2. Peso de los granos de Café por piso altitudinal

	Media	Mediana	Desviación	C. Variación (%)	Mín.	Máx	Intervalo de confianza (95%)
Piso 1 (1000 a 1199)	8.20	7.74	1.0772	13.13	7.52	9.81	6.49 - 9.92
Piso 2 (1200 a 1399)	9.77	9.68	0.4281	4.38	9.40	10.32	9.09 - 10.45
Piso 3 (1400 a 1599)	9.09	9.00	0.5916	6.51	8.54	9.81	8.14 - 10.03
Piso 4 (1600 a 1799)	9.39	9.43	0.3413	3.63	9.00	9.71	8.85 - 9.93
Piso 5 (+1800)	8.73	9.00	0.5294	6.06	8.12	9.07	7.41 - 10.05

Fuente: Elaboración Propia 2019

Gráfica 1. Peso de Iso granos de café por piso altitudinal



Fuente: Elaboración Propia 2019

Conclusiones

En el análisis climatológico se rechazan las hipótesis nulas para las temperaturas medias (mínimas y máximas) por lo que se infiere que las temperaturas difieren en al menos dos años de los ocho observados. Las diferencias fueron altamente significativas al 1%. En la Prueba T-Student de comparaciones múltiples de medias se observan tres grupos homogéneos, las temperaturas medias registradas en los años 2010, 2013, 2016, 2014, 2015 y 2017 resultaron las más altas, mientras que en los años restantes resultaron más bajas o intermedias. En los años 2013, 2014 y 2017 se observa un solapamiento de los tres grupos.

De igual manera, se rechazó la hipótesis nula respecto a las precipitaciones promedio, observándose que existen tres grupos homogéneos, las precipitaciones medias registradas en los años 2010, 2011, 2012, 2013 y 2016 resultaron las más altas.

El análisis de los pesos para cada tamaño de grano, incluyendo los residuos, evidenciaron un mayor peso para el grano de tamaño mediano (67.51 grs.) y el menor corresponde al grano grande (12.45 grs.). La mediana indica que el 50% de los pesos para cada tamaño de grano se ubican por debajo del estimado y el 50% restante por encima; para el grano mediano el 50% de sus pesos son inferiores a 67.65 grs. y el 50% de los pesos restantes se sitúan por encima de dicho valor. En cuanto a la variabilidad se observa disparidad, siendo la más homogénea el grano mediano, con 17.16%. El coeficiente de variación mayor es de 58.27% y corresponde a los granos de tamaño grande, lo que denota alta heterogeneidad. Para el residuo el 51.78% de variabilidad es alto debido a que contiene muchas impurezas y restos de los granos que pasaron por el tamiz 13 (5 mm) y que para cada piso altitudinal resultó diferente.

REFERENCIAS

- Chae, S. and Lee, M. (2018), "Building of Platform for Development of Integrated Model to Craparo, A. et al. (2015), "Coffea arabica yields decline in Tanzania due to climate change: Global implications". *Agricultural and Forest Meteorology*, 207(15), 1-10. Doi: 10.1016/j.agrformet.2015.03.005
- Esperbent, C. (2017), "El cambio del clima deja su huella en la agricultura". *Revista de Investigaciones Agropecuarias RIA-INTA*, 43(2),108-112.
- Fischer, E. and Bart, V. (2014), "High-end coffee and smallholding growers in Guatemala". *Latin American Research Review*, 49(1), 155-177.
- Hsiung, A. et al. (2018), "Altitudinal migration: ecological drivers, knowledge gaps, and conservation implications". *Biological Reviews*, 93(4), 2049-2070. Doi: 10.1111/brv.12435.
- Malau, S. et al. (2017), "Performance of coffee origin and genotype in organoleptic and physical quality of arabica coffee in North Sumatra Province of Indonesia". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 237(1), 012035. Doi: 10.1088/1757-899X/237/1/012035
- Martins, E. et al. (2015), "Weather influence in yield and quality coffee produced in South Minas Gerais region". *Coffee Science*, 10(4), 499 – 506. Doi: 10.25186/cs.v10i4.959.
- Nendel, C. et al. (2018), "Editorial Introduction to the Special Issue "Modelling cropping systems under climate variability and change: impacts, risk and adaptation". *Agricultural systems*, 159, 139-143. Doi: 10.1016/j.agsy.2017.11.005
- Ocampo, O. and Álvarez, L. (2017), "Tendencia de la producción y el consumo del café en Colombia". *Apuntes del CENES*, 36(64), 139-165. Doi: 10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419
- Peltonen-Sainio, P. et al. (2016), "Spatial and temporal variation in weather events critical for boreal agriculture: I Elevated temperatures". *Agricultural and Food Science*, 25(1), 44-56. Doi: 10.23986/afsci.51465.
- Scholz, M. et al. (2018), "The typicity of coffees from different terroirs determined by groups of physico-chemical and sensory variables and multiple factor analysis". *Food Research International*, 114, 72-80. Doi: 10.1016/j.foodres.2018.07.058.
- Sherbinin de, A. et al. (2012), "Migration and risk: net migration in marginal ecosystems and hazardous areas", *Environmental Research Letters*. 7, 045602. Doi: 10.1088/1748-9326/7/4/045602.
- Silveira, H. et al. (2016), "Impacts of water deficit in ecophysiological and spectral responses of coffee intercropped with woody species". *Coffee Science*, 11(3), 318-328. Doi: 10.1562/0031-8655%282001.

Ecossistema empreendedor e a indústria 4.0 desenvolvido pelo Unipam

Fábio De Brito Gontijo

Fábio De Brito Gontijo, Mestrado em Educação, UNIPAM. fabiobg@unipam.edu.br

Evy Fernanda Tapias Forero

Evy Fernanda Tapias Forero Mestrado em Inteligência computacional Grupo de compatibilidade eletromagnética (GCEM) - UDFJC, Grupo de Inovação tecnológica (INNOVATEC) - TEINCO eftapiasf@unal.edu.co

Jéssica Nayara Martins

Jéssica Nayara Martins Engenheira Civil, UNIPAM jessicamartins@unipam.edu.br

Lorena Cassia Gontijo Dos Reis

Lorena Cassia Gontijo Dos Reis Engenheira Civil, UNIPAM lorena.tiros09@hotmail.com

Resumo

No Brasil, as instituições de ensino superior (IES) tendem a enfrentar um grande desafio no que diz respeito à educação, a IES busca metodologias eficientes para formar pessoas capazes de desenvolver habilidades e competências necessárias para criarem seu próprio negócio como também atuarem no mercado de trabalho com mais competência. Para o curso de Engenharia Elétrica as Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs) orientam que sejam usadas tecnologias da informação, com foco no contexto de inovação. Assim, com os diversos programas existentes no UNIPAM, o curso de Engenharia Elétrica cumpre as metodologias que as DCNs recomendam. Dentre diferentes ferramentas, utilizadas para o ensino-aprendizagem o Projeto Integrador (PI) intercursos aliado às empresas destaca-se como uma prática pedagógica aplicável à realidade do Ensino Superior. Assim, o objetivo deste artigo é apresentar a importância e o impacto do Projeto Integrador, demonstrando a articulação entre a prática de ensino, a aproximação com as empresas, os saberes e a realidade do mundo do trabalho e, principalmente, os benefícios para a formação dos educandos das áreas de engenharia e tecnologia auxiliando no planejamento de um curso de graduação mais eficiente.

Palavras-chave: Instituições de Ensino Superior. Diretrizes Nacionais Curriculares. Projeto Integrador. Impacto.

Abstract

In Brazil, higher education institutions (HEIs) tend to face a major challenge with regard to education, IES seeks efficient methodologies to train people able to develop the skills and competencies necessary to create their own business as well as work in the field. more competent labor market. For the Electrical Engineering course, the National Curriculum Guidelines (DCNs) guide the use of information technologies, focusing on the context of innovation. Thus, with the various existing programs at UNIPAM, the Electrical Engineering course complies with the methodologies that DCNs recommend. Among different tools used for teaching and learning, the Intercourses Integrator Project (IP) combined with companies stands out as a pedagogical practice applicable to the reality of Higher Education. Thus, the aim of this paper is to present the importance and impact of the Integrator Project, demonstrating the articulation between the teaching practice, the approach with the companies, the knowledge and the reality of the world of work and, mainly, the benefits for the formation. engineering and technology learners assisting in planning a more efficient undergraduate degree.

Keywords: Higher Education Institutions. National Curriculum Guidelines. Integrator Project. Impact.

Introdução

O Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM desenvolveu a TTEIA - Trilha de Tecnologia, Empreendedorismo e Inovação Aplicados. A TTEIA é constituída pelo Núcleo de Inovação Tecnológica – ÂNCORA, Centro de Empreendedorismo e Aceleração de Negócios – oCEANO e a Farol Incubadora de Empresas, esses setores oferecem diversos programas de aceleração aos alunos e professores da Instituição e também à comunidade. O curso de Engenharia Elétrica do UNIPAM é adepto a esses programas e desenvolve vários projetos.

De acordo com a DCN (Diretrizes Nacionais Curriculares) de 2018, as metodologias referentes ao curso de Engenharia devem se basear na vasta utilização de tecnologias da informação, atuando diretamente rumo à mobilidade, ou ainda fazer com que os alunos desempenhem atividades e espaços makers para imersão ao contexto de inovação, aliado a desenvolver habilidades comportamentais e motivação para buscarem fontes diversas de conteúdos. Ainda, conforme descreve na DCN, o processo de aprendizagem deve engajar o aluno a desenvolver atividades práticas deste os primeiros anos do curso para assim aprimorarem seus conhecimentos e estarem mais preparados para exercer suas funções diante de sua profissão (CURI, 2018). Assim, com os diversos programas existentes no UNIPAM, o curso de Engenharia Elétrica cumpre as metodologias que as DCNs recomendam.

O Projeto Integrador desenvolvido no curso de engenharia elétrica juntamente com a parceria das empresas é uma estratégia pedagógica, de caráter interdisciplinar, constituída de etapas aliando às teorias estudadas a prática, a fim de motivar e cativar os estudantes e colocá-los no centro do processo de ensino-aprendizagem.

Este artigo busca relatar sobre os Projetos Integradores desenvolvidos pelo curso de Engenharia Elétrica, e através desta, diagnosticar o quão é eficaz a utilização desta metodologia. Desta forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar e refletir sobre o trabalho realizado no Centro Universitário de Patos de Minas por meio do Projeto Integrador, onde será analisado todo o processo, desde o início do curso em 2015.

Espera-se contribuir para difundir uma experiência diferenciada e inovadora, cujos primeiros frutos já vêm sendo colhidos. Dentre os resultados até aqui alcançados, estão à aproximação da empresa ao estudante de graduação, aulas integradas com cursos diversificados, aproximação do professor diante do educando e a convicção de que este trabalho integrado é possível.

Estratégia implementada para melhorar o ecossistema de empreendedorismo da unipam

Apresenta-se a seguir informações e dados a respeito da instituição, do empreendedorismo e do curso de Engenharia Elétrica, além dos Projetos Integradores desenvolvidos pelo curso e as empresas vinculadas. Identificar o trabalho atualmente realizado sobre empreendedorismo na instituição O Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM – é uma Instituição de Ensino Superior, de caráter privado e sem fins lucrativos, que vem contribuindo para a formação de pessoas utilizando, como parte do ensino, o empreendedorismo. Mais do que ter contato, a instituição oferece e incentiva a participação da comunidade acadêmica em programas empreendedores, como a aceleração de ideias através de hacklab, hacktron, demoday, startup weekend e incubação de pequenas empresas, dando suporte e mentorias sobre todos os mecanismos do mercado de trabalho.

O UNIPAM é mantido pela FEPAM - Fundação Educacional de Patos de Minas - que é uma instituição com personalidade jurídica própria, sem fins lucrativos, denominada Mantenedora. Uma Instituição de perfil empreendedor, preocupada com a qualidade do ensino e da vida em comunidade, tendo o futuro como um de seus grandes focos de ação (UNIPAM, 2018, s. p.).

No início do ano de 2019 a instituição recebeu a comissão do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP/MEC – para avaliação da instituição, sendo que a comissão aferiu ao UNIPAM nota 5, ou seja, a nota máxima nos indicadores do MEC. Avaliando critérios como a gestão e infraestrutura, o planejamento e avaliação institucional, o desenvolvimento institucional e as política acadêmicas, descreve o site do Patos Notícias (2019).

O UNIPAM está sempre intensificando toda sua estrutura e investindo progressivamente no setor de empreendedorismo, através do Núcleo de Inovação Tecnológica – ÂNCORA, Centro de Empreendedorismo e Aceleração de Negócios – Oceano e a Farol Incubadora de Empresas.

Descobrir a importância do empreendedorismo na educação O empreendedorismo não é um tema abordado somente por empresários, administradores ou pessoas envolvidas diretamente com o mercado de trabalho. O empreendedorismo tem sido tema de muitos debates, palestras e congressos na área da educação, e vem sendo empregado em escolas e universidades.

O conteúdo de empreendedorismo incita os estudantes a pensar e a buscar um aprendizado de forma sólida, são conceitos e técnicas que os auxiliam a resolver as dificuldades que aparecem diariamente com os quais eles terão de lidar na vida profissional. Por ter contato com conteúdo de empreendedorismo, os acadêmicos se preparam para o mercado de trabalho, seja seguindo carreira em uma empresa, seja abrindo o próprio negócio (SEBRAE NACIONAL, 2017).

Esse contato com o empreendedorismo na IES tem dado mais que certo, uma vez que são desenvolvidas ideias inovadoras, resolvendo as dores do mercado, as quais impactam o cenário do mercado de trabalho e, ao final do processo, tendo a possibilidade em criar um startup. O Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2018, p. 2) define startup como:

Um startup é uma empresa nova, até mesmo embrionária ou ainda em fase de constituição, que conta com projetos promissores, ligados à pesquisa, investigação e desenvolvimento de ideias inovadoras. Por ser jovem e estar implantando uma ideia no mercado, outra característica dos startups é possuir risco envolvido no negócio. Mas, apesar disso, são empreendimentos com baixos custos iniciais e são altamente escaláveis, ou seja, possuem uma expectativa de crescimento muito grande quando dão certo. Algumas empresas já solidificadas no mercado e líderes em seus segmentos, como o Google, a Yahoo e o Ebay, também são considerados startups.

Para criar um startup é necessário identificar uma dor do mercado e estudar a ideia, dessa forma a elaboração de um modelo de negócio Canvas e uma Batalha de Pitch são essenciais para a consolidação do negócio, pois assim é possível fazer um estudo do mercado onde se pretendesse integrar. O Business Model Canvas é uma ferramenta que facilita na definição de todos os pontos importantes na criação de uma empresa, identificando pontos fortes e fracos da ideia, permitindo montar um modelo de negócio mais viável (ATITUDE E NEGÓCIOS, 2018).

Proposto por Alexander Osterwalder, o Canvas nada mais é que uma folha com 9 quadrantes a serem preenchidos: Proposta de valor; Segmento de clientes; Os canais; Relacionamento com Clientes; Atividade-chave; Recursos principais; Parcerias principais; Fontes de receita e Estrutura de custos (REDAÇÃO ECOMMERCE DE SUCESSO, 2018, s.p.). O pitch é uma apresentação rápida e direta, desenvolvida após a finalização do CANVAS, com os principais pontos da empresa, onde o intuito é vender a ideia de um negócio a um possível investidor (BORRELLI, 2017). As ferramentas Canvas e Pitch vêm ganhando espaço em disciplinas de empreendedorismo nas IES, pois fazem com que os estudantes tenham capacidade de visualizar o negócio, melhorando a elaboração e concretização da ideia para a criação da startup.

O Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM – é fortemente adepto ao empreendedorismo na educação. Através de três atores, sendo eles: 1) Núcleo de Inovação Tecnológica – ÂNCORA; 2) Centro de Empreendedorismo e Aceleração de Negócios – oCEANo e; 3) Farol Incubadora de Empresas. Estes atores, juntos, formam a TTEIA - Trilha de Tecnologia, Empreendedorismo e Inovação Aplicados, o qual o UNIPAM oferece diversos programas e oportunidades aos estudantes para acelerar a ideia, criando uma startup. Alguns dos programas oferecidos pela TTEIA são Startup Weekend – SW, FabLab, Hacklab, Prêmio UNIPAM de Empreendedorismo, Projetos de Abdução, todos de cunho empreendedor. Esses programas ajudam os alunos com as ideias, incentivando-os a participarem de palestras, capacitações, além das competições.

Os programas citados são oferecidos para todos os curso da IES e, não diferente dos demais cursos, o curso de Engenharia Elétrica do UNIPAM participa de maneira intensa, uma vez que, em praticamente todos os programas são necessários os makers (pessoas que criam e sabem lidar com a tecnologia, como por exemplo, circuitos, robôs, automação, entre outros). Determinar a importância da estratégia para a empresa e a academia As Diretrizes Nacionais Curriculares (DCNs) são normas que orientam o projeto e o planejamento de um curso de graduação. Diante das profundas transformações que estão em andamento no mundo da produção e do trabalho, as DCNs devem ser capazes de estimular a modernização dos cursos de Engenharia, mediante a atualização de conteúdos, foco no estudante como agente de conhecimento, maior integração empresa-escola, assim como do importante papel do professor para conduzir as mudanças necessárias, dentro e fora da sala de aula (MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018).

A demanda diversificada por engenheiros (por exemplo, com perfis de pesquisador, empreendedor ou mais ligado às operações), deve refletir-se em uma oferta mais diversificada de programas. De acordo com o Ministério da Educação (2018) o foco no desenvolvimento de competências, como defendido para a Engenharia na atualidade, ocorre de maneira mais profícua através da implementação de atividades de contextualização, e as organizações são os espaços privilegiados, por serem os locais onde a aplicação da Engenharia ocorre de fato.

Os cursos devem ser levados a interagir com as organizações para desenvolver atividades e projetos de interesse comum. Pode ser prevista a ação de docentes nas empresas, de profissionais das empresas no âmbito do curso, assim como maior direcionamento do Trabalho de Conclusão de Curso a resolução de problemas concretos, seja do setor produtivo, seja da sociedade em geral, acrescenta Ministério da Educação (2018). O Ministério da Educação, estabelece através das novas Diretrizes Curriculares para o Curso de Graduação em Engenharia, que: 1) dos Objetivos; 2) da Organização do Projeto Curricular do Curso e; 3) do Perfil e Competências Esperadas dos Egressos, que:

O “processo” da Engenharia ainda vai além: requer que esta solução seja levada ao usuário, às pessoas, ao mercado; que seja escalável e economicamente viável, para que gere uma efetiva transformação. Conduzir este processo requer uma habilidade empreendedora e uma capacidade de sonhar [...]. Em resumo, o perfil do egresso do curso de graduação em engenharia deve ser generalista, humanista, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo, ético, apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando problemas a partir dessas necessidades e de oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia [...].

Devem ser estimuladas atividades acadêmicas tais como [...] projetos multidisciplinares e transdisciplinares [...] trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos [...] e outras atividades empreendedoras. na atuação na formação de futuros engenheiros e profissionais que se envolvem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos (CURI, 2018). Através da nova DCN o UNIPAM tem sido estimulado a sempre estar atualizado nesse universo do empreendedorismo, sempre abordando esse tema em palestras, congressos, projetos (Startup Weekend, Abdução, Hacklab, entre outros) e disciplinas como o Projeto Integrador Individual e o Projeto Integrador Individual e Intercursos.

Selecione e implemente uma ferramenta

Para este projeto, decidiu-se trabalhar com a ferramenta de integração do projeto, implementada no programa de engenharia elétrica O curso de Engenharia Elétrica do UNIPAM teve início no ano de 2015, e no início de 2019 o curso passou pela primeira avaliação “in loco” realizada pelo Ministério da Educação (MEC) e obteve a nota 5, a nota máxima concedida pelo órgão, segundo o site do Patos Notícias (2019). Essa nota é resultado de uma educação de qualidade oferecida pela instituição, e também o comprometimento dos alunos do curso.

No curso, os estudantes desenvolvem diversos projetos, grande parte deles envolvendo o empreendedorismo. Os alunos têm disciplinas de Projeto Integrador em todos os semestres do curso até o oitavo período, alguns períodos participam de Projetos Integradores Intercursos, desenvolvendo ideias e trabalhos com demais cursos da instituição. O Projeto Integrador (PI) é uma disciplina da grade curricular de todos os cursos do UNIPAM. Essa componente curricular é uma metodologia ativa, capaz de integrar a parte teórica e prática em cada área de atuação, contribuindo para melhoria contínua da capacidade de aprendizagem dos estudantes, afirma o site do UNIPAM (2019).

O Projeto Integrador visa sistematizar os conhecimentos adquiridos pelos estudantes durante o desenvolvimento do curso, como também, oferecer vivência prática- profissional mediante aplicação dos conhecimentos em situações reais. Além disso, o projeto também propicia ao estudante o contato com o universo acadêmico da iniciação científica (ASSUNÇÃO, 2015, p. 3). No curso de Engenharia Elétrica do UNIPAM, o Projeto Integrador acontece de forma individual e intercursos. No PI Individual os alunos desenvolvem projetos somente com a turma do período que estão cursando, enquanto que no PI Intercursos é realizado com a união de outros cursos, da seguinte forma: um período de Engenharia Elétrica se une a um ou mais cursos e desenvolvem os projetos empreendedores. A ideia principal é que cada curso contribua de acordo com a formação, assim, desenvolvendo o empreendedorismo nos alunos. E, para que tenha um resultado satisfatório, é necessário o vínculo com empresas e, estas, estarem dispostas a apoiar os projetos.

De acordo com o ritmo das mudanças tecnológicas que pressionam as empresas a aumentar a eficiência e atender rapidamente à demanda dos clientes, estas empresas são forçadas a procurar soluções rápidas e certas. Nesse cenário, o modelo de “inovação aberta” - a combinação de ideias internas e externas para acelerar o desenvolvimento de produtos e novos processos - cai como uma luva (MAHLMEISTER, 2018). Projetos de cooperação com parceiros, a compra ou licenciamento de tecnologias e a aquisição ou participação acionária em startups de base tecnológica oferecem alguns atalhos para trazer novas ideias. O modelo de “inovação aberta” não é novo e começou centrado em universidades ou em parcerias com fornecedores e clientes. A ampliação do ecossistema empreendedor, com o surgimento de aceleradoras, popularizou a parceria com empresas iniciantes, uma forma mais adequada para complementar esforços de inovação (MAHLMEISTER, 2018).

O UNIPAM tem se dedicado em projetos e disciplinas de cunho empreendedor na grade curricular dos cursos, um exemplo disso são as disciplinas de Projeto Integrador Individual e o Intercursos, essas disciplinas ou também denominadas como componentes curriculares, permitem que os alunos desenvolvam modelos de negócios e novas startups, visando uma dor do mercado, sendo que essa dor muitas vezes é a realidade de muitas empresas, que estão em busca de inovações e ideias que alavanquem seus negócios, e é aí que grandes parcerias são feitas com as universidades. O Projeto Integrador Individual se baseia no desenvolvimento de um trabalho somente com um curso, ou seja, cada turma realiza sua própria startup, a turma é dividida em grupos e são desenvolvidas as ideias. Em alguns desses PI's as startups são desenvolvidas e avaliadas pelos professores, o que é comum em uma disciplina. Outros PI, além dos alunos criarem e desenvolverem suas ideias e sido avaliados pelos professores, elas são apresentadas para possíveis investidores, tendo essa parceria com algumas empresas.

Em relação ao Projeto Integrador Intercursos, este envolve mais de um curso, se baseia no desenvolvimento de um trabalho unindo turmas de cursos diferentes. Normalmente é realizado com 2 a 3 cursos diferentes. Esses alunos são divididos em grupos, sempre diversificado, contendo alunos de cada curso, e da mesma forma do PI Individual, o PI Intercursos, em algumas edições, as startups são desenvolvidas e são avaliados pelos professores sem vínculo com empresas, em outras edições têm parceria com empresas que buscam inovações e novas tecnologias para o crescimento das mesmas. Essas disciplinas são metodologias de ensino que tem se destacado como agente de desenvolvimento, e de integração entre universidades e empresas, o que estão de acordo com as DCN's, que vem como normas para um melhor planejamento dos cursos de graduação.

Resultados

O Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM – buscando aprimorar o processo de ensino-aprendizagem e com o intuito de aproximar os discentes de situações concretas que poderão ser vivenciadas ao longo da sua vida. O UNIPAM implementou o PI em 2011, o qual propôs utilizar o PI como uma nova componente curricular. E, a partir de 2015, com a abertura do curso de Engenharia Elétrica no UNIPAM, o PI passou a ser vinculado com empresas, e com isso, sendo implementado no curso segmento voltado para o empreendedorismo.

O PI consiste em trabalhar com os alunos durante o semestre letivo aplicando-se as teorias estudadas e integrando-as à prática. Ao final do projeto, o aluno tende a adquirir e desenvolver habilidades e competências necessárias para atuar como um profissional ético e competente. Tais habilidades e competências estão associadas, obrigatoriamente, à nova DCN dos cursos de Engenharias, sendo assim, a IES e, conseqüentemente, o curso de Engenharia Elétrica, ficam alinhados quanto aos objetivos e expectativas esperadas do MEC, descritas na DCN de 2018.

O curso de Engenharia Elétrica nos últimos anos tem-se dedicado a trabalhar com os alunos desenvolvendo projetos a partir de inovações tecnológicas e empreendedorismo, juntamente com empresas na qual conseguem vivenciar os problemas que poderão enfrentar no seu dia a dia. O tema “empreendedorismo” vem sendo trabalhado nos últimos anos no UNIPAM e vem sendo uma alternativa bem eficaz para o ensino-aprendizagem, o qual podem ser citados como exemplos, alguns eventos os quais o empreendedorismo foi debate no ano 2018: COBENGE, CENAR, Rio Content Marketing, Campus Party, BlastU, CONEDI, CONICE, ENEGEP, entre outros.

Com início em 2015, o curso de Engenharia Elétrica, assim como os demais cursos da IES, utiliza o PI como ferramenta para desenvolver projetos, alinhando a teoria com a prática e, principalmente, alinhando as empresas, de diversos segmentos, com a IES e, conseqüentemente, aproximando as empresas aos discentes. Para todos os PI os quais são trabalhados o empreendedorismo, é realizado a seguinte etapa:

Design Thinking: validação da ideia a partir do descobrimento de uma dor do mercado (comunidade e/ou empresarial); Canvas: desenvolvimento do modelo de negócios para validar a ideia e verificar se a mesma pode ser lucrativa, desenvolvendo a proposta de valor, o segmento de clientes, os canais de relacionamento, os canais de distribuição, os parceiros chave, as atividades chave, os recursos chave, as fontes de custos e as fontes de receitas; Prototipação: criação do protótipo a partir da busca pelo problema a ser resolvido; Batalha de Pitch: apresentação da proposta para possíveis investidos e/ou professores.

O curso de Engenharia Elétrica, durante o primeiro semestre de 2015, no desenvolvimento do PI, teve como tema “Fontes Alternativas de Energia”, com foco nos principais temas de geração de energia, o qual foram realizadas pesquisas para o desenvolvimento de artigos. Depois de conhecerem estes sistemas, no segundo semestre do mesmo ano, foram desenvolvidos os protótipos sobre automação das placas fotovoltaicas.

Em 2016 os Projetos Integradores continuaram no mesmo eixo temático, com exceção do 6º período, estes procuraram trabalhar de forma diferente, criando o PI intercurso, onde uniram-se os cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Química e Engenharia de Produção. Através desta união de cursos pôde-se trabalhar com várias áreas simultâneas, diferentes pessoas e diferentes pensamentos, fazendo que o alunos desenvolvessem protótipos para o mercado, buscando, primeiramente, identificar a dor (problema) para, depois, criarem a solução. Além disso, os alunos buscaram parcerias com empresas, a fim de relatar problemas vivenciados em seu dia a dia e desenvolverem maneiras para melhorar esta situação.

As empresas parceiras foram a BRAZCAR, a CEMIL e a ENGEMAN (empresas localizadas em Patos de Minas e que possuem grande influência econômica), onde através destas parcerias e identificação da dor do mercado, os discentes puderem desenvolver modelos de negócios através do CANVAS e, ao final, realizando a apresentação de Batalha de Pitch. Foi percebido o sucesso de alguns projetos desenvolvidos, fato este que, algumas ideias foram desenvolvidas pelas empresas parceiras. Ao final do semestre pôde-se perceber o quanto esta metodologia seria importante para formar um profissional com pensamento crítico e reflexivo. O compromisso com os alunos e o alinhamento do curso de Engenharia Elétrica com as empresas se torna evidente ao longo dos anos, o qual pode-se notar que, no ano de 2017, quanto ao 1º período do curso, os discentes desenvolveram, através de pesquisas, soluções inovadoras através da análise energética, enquanto que o 4º período, o tema foi automação residencial, criaram protótipos de residências a serem controladas remotamente pelo celular.

No entanto, é percebido o grande envolvimento das empresas vinculadas ao curso de Engenharia Elétrica no 2º, 3º e 5º período, o qual foram desenvolvidos soluções inovadoras de acordo com cada segmento ao qual as empresas parceiras fizeram parte do PI, conforme pode ser analisado no Quadro 1. Resultado destes PI foi muito importante, uma vez que, ao finalizar o PI, os sócios das empresas realizaram o convite aos discentes para que o projeto pudesse ser implementado e a startup criada.

Quadro 1 – Projeto integrador 2017.

Curso	Período	Tema	Tipo de PI	Descrição	Empresas Envolvidas	Aplicação Empresarial?
Engenharia Elétrica Fisioterapia Comunicação Social	3º	Tecnologia a favor da Fisioterapia	Intercursos	Os alunos trabalharam com ideação, modelo de negócios, prototipação e batalha de pitch, criando protótipos de equipamentos de fisioterapia.	Tecnologia a favor da Fisioterapia	não
Engenharia Elétrica Agronomia Administração	5º	Agrotec	Intercursos	Os alunos trabalharam com ideação, modelo de negócios, prototipação e batalha de pitch, criando produtos na área de agropecuária.	AUMA DB	sim
Semestre: 2/2017						
Engenharia Elétrica Pedagogia	2º	Novas Tecnologias aplicadas à Educação	Intercursos	O projeto apresenta os conceitos, práticas e métodos relativos à Educomunicação, Gamificação, TICs e TDICs, de forma apresentar as possibilidades ofertadas por essas metodologias e pelas ferramentas ofertadas pelas TICs e TDICs como possíveis ferramentas estratégicas na potencialização do processo de ensino-aprendizagem na Educação.	ALGETEC	sim

Fonte: Autores, 2019.

Devido ao crescimento do PI Intercursos e os resultados positivos gerados, o curso de Engenharia Elétrica continuou o investimento no empreendedorismo, alinhando-se aos demais cursos do UNIPAM. No ano de 2018 foi a vez do 2º, 3º e 7º períodos trabalharem com outros cursos com o modelo de negócio CANVAS e prototipação, criando projetos inovadores, como pode ser observado na Quadro 2.

Nestes projetos integradores o aluno deixou de ser apenas aprendiz para se transformar em agente transformador da realidade. Exemplo disso são os vários protótipos elaborados, onde diversos projetos desenvolvidos puderam ajudar pessoas com deficiência, conheceram mais sobre os temas da atualidade, como também puderam vivenciar a prática empresarial, uma vez que, em muitos casos, os proprietários das empresas parceiras realizavam visitas na IES para acompanharem o PI.

Quadro 2 – Projeto integrador 2018.

Semestre: 1/2018						
Curso	Período	Tema	Tipo de PI	Descrição	Empresas Envolvidas	Aplicação Empresarial?
Engenharia Elétrica Fisioterapia	3º	Modelo de Negócios Validation Rocket	Intercursos	Desenvolvimento de uma solução inovadora (hardware e software) que busca a integração de diferentes competências dos cursos de Fisioterapia com a Engenharia Elétrica.	-	sim
Engenharia Elétrica Sistemas de Informação Engenharia Mecânica	7º	IoT Usando CloudComputing	Intercursos	Desenvolvimento de uma solução inovadora (hardware e software) que busca a integração de diferentes competências dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e Sistemas de Informação, buscando uma solução para as necessidades do mercado, através dos temas Indústria 4.0, Health Care, Gamification e Smart City.	ALGAR ALGETEC AMAZON	sim
Semestre: 1/2018						
Engenharia Elétrica Pedagogia	2º	Novas Tecnologias aplicadas à Educação	Intercursos	O projeto apresenta os conceitos, práticas e métodos relativos à Educomunicação, Gamificação, TICs e TDICs, de forma apresentar as possibilidades ofertadas por essas metodologias e pelas ferramentas ofertadas pelas TICs e TDICs como possíveis ferramentas estratégicas na potencialização do processo de ensino-aprendizagem na Educação.	ALGAR ALGETEC AMAZON	sim

Fonte: Autores, 2019

Dois projetos tiveram grande destaque no PI em 2017, sendo a startup HAND VOICE e UX EPI. Quanto à HAND VOICE, os discentes criaram uma luva capaz de ler os sinais criados pelas mãos (libras) e, através de um aplicativo, o mesmo identificava a palavra e ou som especificado, sendo que, tal projeto, foi selecionado pelo UNIPAM para fazer parte entre os dez projetos selecionados na Aceleração (momento onde ideias de todos os discentes e comunidade se inscrevem para ter mentoria de diversos segmentos para poderem alavancar a startup).

Outro exemplo é a UX EPI, após a finalização do PI, foi ganhador do Prêmio UNIPAM de Empreendedorismo (participação de toda a comunidade acadêmica em geral, onde os discentes apresentam ideias inovadoras e são avaliadas ao final), o qual, posteriormente, a startup foi convidada para ser acelerada no OCEANO. Os protótipos criados através das ideias elaboradas pelos alunos nos encontros semanais do PI são desenvolvidas nos laboratórios da instituição como: FabLab, Laboratório de Eletrônica, Laboratório de Física, Laboratório de Química, Oceano, entre outros, em todos esses lugares existem equipamentos e materiais que facilitam a elaboração dos projetos. Na Figura 1 pode-se observar alguns protótipos desenvolvidos pelos alunos, como por exemplo: carrinho de controle remoto, esteira, casa automatizada e placa fotovoltaica móvel.

Figura 15 – Projetos desenvolvidos pelos alunos.



Fonte: Autores, 2019

O UNIPAM promove vários eventos na área de empreendedorismo, alguns desses o curso de Engenharia Elétrica participa em grande escala, como por exemplo os citados no quadro 3:

Quadro 3 –Eventos desenvolvidos no UNIPAM

	<p>O evento, de caráter mundial, tem como responsável a empresa TECHSTAR, sendo este realizado em três etapas, sendo elas: 1) Sexta-feira: processo de ideação para expor as ideias e criação dos grupos multidisciplinares; 2) Sábado: é desenvolvido o modelo de negócios CANVAS, a prototipação, a validação no mercado e o desenvolvimento da apresentação; 3) Domingo: desenvolvimento da apresentação e apresentação final para investidores.</p>
	<p>O evento tem como objetivo incentivar o desenvolvimento da cultura empreendedora e da inovação no âmbito do Centro Universitário, buscando disseminar o empreendedorismo social e a criação de novas startups e modelos de negócio, que atendam a comunidade de Patos de Minas e da região.</p>
	<p>O Centro Universitário de Patos de Minas - UNIPAM oferece 32 cursos de graduação, os mesmos trabalham com a componente curricular denominada Projeto Integrador, trabalhando o modelo de negócio CANVAS e pitch, fazendo com que o aluno desenvolva habilidades e competências necessárias para formar um profissional com pensamento crítico e reflexivo.</p>

Fonte: Autores, 2019.

Através dos PI desenvolvidos em parcerias com empresas, os impactos visualizados mediante aos alunos do curso de engenharia elétrica vem crescendo constantemente, podendo ser observado em vários eventos que são desenvolvidos no UNIPAM. Três desses eventos foram muito importantes, pois os alunos puderam mostrar suas habilidades e competências adquiridas dentro de sala de aula e através dos PIs intercurso e individual. O primeiro evento sediado em Patos de Minas no ano de 2017, em que os alunos do curso de engenharia elétrica participaram, foi o Startup Wekeend, nele os alunos trabalharam com ideias, modelos de negócio CANVAS e empreendedorismo durante 3 (três) dias, ao final do terceiro dia as dez startups criadas foram apresentadas para os avaliadores e, após a apresentação, discutiram sobre os três primeiros colocados A startup Dermapp criada pelos alunos dos curso de Engenharia Elétrica obteve o 2º lugar. Outro evento sediado no UNIPAM no ano de 2018 que os alunos do curso de Engenharia Elétrica participaram foi o 10º Prêmio UNIPAM de Empreendedorismo, diante das 174 ideias apresentadas em que os avaliadores selecionaram 10 para participarem da etapa final, os discentes participantes do curso conseguiram o 1º lugar no evento. Este ano, em 2019, aconteceu pela segunda vez o evento Startup Wekeend em Patos de Minas, novamente os alunos do curso participaram e alcançaram o 2º lugar pela segunda vez consecutiva. Diante disso verifica-se o quanto os alunos foram impactados na área de inovação e empreendedorismo, podendo comprovar o quanto é importante a utilização desta metodologia no processo ensino-aprendizagem. Vale ressaltar que, as ideias para participação no Startup Weekend teve início no PI. Na Figura 3 é ilustrado o momento em que os alunos receberam os prêmios dos programas de aceleração, Startup Weekend 2017 e Startup Weekend 2019.

Figura 3 – Alunos premiados.



Fonte: Autores, 2019.

A partir do empreendedorismo, o curso de Engenharia Elétrica também criou outras ações para disseminar o processo de ensino-aprendizagem por meio da inovação aliado à tecnologia da informação, como por exemplo: Projeto Megatron (o qual ensina robótica, eletrônica e empreendedorismo para alunos de 10 a 18 anos).

Enfim, através dos dados pode-se obter os pontos positivos e negativos; desses o trabalho em equipe, as inovações tecnológicas, as habilidades e competências adquiridas, a responsabilidade social, tendem a ser proveitosos aos discentes. Como pontos negativos a falta de comprometimento de alguns alunos e o pouco tempo para realização do projeto se torna um desafio, mas não impossibilita a realização, participação e/ou execução dos eventos e disseminação do empreendedorismo no curso de Engenharia Elétrica.

Considerações finais

Considerando a utilização da prática pedagógica do Projeto Integrador intercurso, o mesmo tem se mostrado diferenciado no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando aos discentes habilidades e competências necessárias para se tornem profissionais éticos e competentes. O curso de Engenharia Elétrica, assim como os demais cursos do UNIPAM utilizam-se desta metodologia, fazendo com que os alunos desenvolvam projetos inovadores, alinhando a teoria, a prática e principalmente as empresas. Desta forma, aliar a IES às empresas se torna um excelente incentivo aos discentes na graduação, pois os mesmos poderão se preparar para o mercado de trabalho como também vivenciar o que passarão em suas atividades.

No ano de 2019 os PI's do curso de Engenharia Elétrica que estão sendo trabalhados focaram em desenvolver projetos tecnológicos para a empresa AUMA Tecnologia, os períodos selecionados foram 1º, 3º e 7º, sendo assim, enquanto que, o 5º período realiza o PI individual, tendo como objetivo a construção de um carro de brinquedo (com largura e altura, respectivamente em, no máximo, 60 cm x 70 cm).

Pode-se notar o quão eficaz está sendo a utilização do PI intercurso juntamente com as empresas, a partir dessas parcerias o curso de Engenharia Elétrica obteve vários aliados no que diz respeito às atividades desenvolvidas, como por exemplo, a semana acadêmica que este ano será denominada como congresso nacional, ou seja, o COBINEE (Congresso Brasileiro de Inovação em Engenharia Elétrica), onde o mesmo irá oferecer minicursos e palestras ministradas pelas empresas parceiras como, por exemplo: WEG, AUMA Tecnologia, MINIPA, MACROTEC, ABSOLAR, AMAZON, KRON Medidores, entre outras. Além disso, os programas de aceleração oferecidos pelo UNIPAM também possuem a participação destas empresas como, por exemplo: Prêmio UNIPAM de empreendedorismo, Startup Weekend, Biomaker, Demoday, Hacklab, Hacktron, entre outros.

Em maio de 2019, o curso de Engenharia Elétrica do UNIPAM inicia uma parceria internacional, com a Escola de Tecnologia e Inovação da Colômbia, denominada como TEINCO. Esta parceria, a qual faz parte do modelo de inovação tecnológica e empreendedorismo do curso, tem por objetivo desenvolver um site a respeito dos projetos os quais estão sendo criados pelos alunos do PI Intercursos de Engenharia Elétrica, o qual está acontecendo em conjunto com os cursos de Sistemas de Informações e Administração. Uma vez que o objetivo do PI citado no UNIPAM é construir um galpão automatizado, o objetivo dos alunos do curso de Sistemas de Informações da TEINCO será desenvolver um site para demonstrar todo o processo.

Outra atividade que acontecerá no próximo semestre em um dos PI (2º período de Engenharia Elétrica juntamente com o 2º período do curso de Pedagogia) será o desenvolvimento de um protótipo em trabalho conjunto com a empresa ALGETEC e o curso de Sistema de Informações da TEINCO (Colômbia – Bogotá), onde os alunos criarão jogos eletrônicos pedagógicos no laboratório de eletrônica com auxílio dos colaboradores da empresa.

Estas parcerias puderam ajudar os alunos a obterem mais conhecimento na área e vivenciarem o que passarão ao se formar, passo muito importante para sua carreira profissional. Vale ressaltar também que, o coordenador do curso de Engenharia Elétrica, professor Me. Fábio de Brito Gontijo, é um dos representantes do grupo de trabalho de empreendedorismo em educação no Brasil, responsável pelo GT Educação Empreendedora, a qual pertence à ABENGE.

Enfim o objetivo geral foi atingido, pois diante de toda as análises, pôde-se de fato conhecer esta metodologia empreendedora e constatar o quão eficaz está sendo, algumas ações ainda poderão ser tomadas, mas, contudo, o processo de ensino- aprendizagem tem-se mostrado bastante promissor. Resultado disso são as criações de empresas denominadas startup's, premiações (Prêmio UNIPAM de Empreendedorismo e startup weekend), parcerias com empresas e, também com IES de outro país.

REFERENCIAS

ATITUDE E NEGÓCIOS. Entenda de forma rápida o que é a ferramenta Business Modelo Canvas. Disponível em: <<https://atitudeenegocios.com/business-model-canvas/>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

ASSUNÇÃO, M. A de. Faculdade de Tecnologia CNA. Projeto Integrador: Orientações Gerais. Brasília, 2015. P.57.

BORRELLI, I., Pitch: o que é e como fazer o pitch perfeito para todas situações. fev. 2017. Disponível em: <<https://conteudo.startse.com.br/para-empresendedores/isabela/pitch/>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

CURI, DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA. Portal MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2018-pdf/93861-texto-referencia-dcn-de-engenharia/file>. Acesso em: 9 abr. 2019.

MAHLMEISTER, A. L. Parcerias com startups ajudam a melhorar a eficiência. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/empresas/5959697/parcerias-com-startups-ajudam-melhorar-eficiencia>>. Acesso em: 09 de abr. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, Consulta Pública. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia. Brasília: 2018, Curso de Engenharia

Elétrica do UNIPAM recebe nota 5 em avaliação do MEC. Fev. 2019. Disponível em: <<https://www.patosnoticias.com.br/noticia/22795-curso-de-engenharia-eletrica-do-unipam-recebe-nota-5-em-avaliacao-do-mec>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

SEBRAE NACIONAL, Educação Empreendedora: o ensino do empreendedorismo na educação superior, jul. 2017. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/o-ensino-do-empreendedorismo-na-educacao-superior,911ffc024225d510VgnVCM1000004c00210aRCRD>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

UNIPAM, Biblioteca digital. 2017, Disponível em: <<https://www.sebraemg.com.br/atendimento/bibliotecadigital/documento/texto/o-que-e-uma-empresa-startup>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

UNIPAM, Apresentação. 2018. Disponível em: <<https://unipam.edu.br/site/apresentacao.php>>. Acesso em: 03 abr. 2019.

UNIPAM, Projeto Integrador 2019. Disponível em: <<https://projetointegrador.unipam.edu.br/>>. Acesso em: 04 abr. 2019.