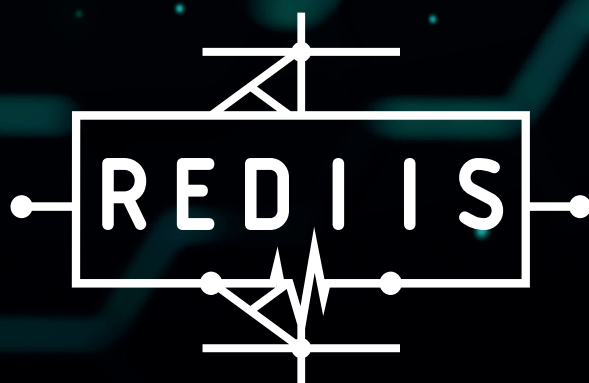


Revista de Investigación
e Innovación en Salud



Vol. 7
2023

ISSN: 2590 - 7786
E - ISSN: 2619 - 4228

SENNOVA
Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



**Centro de Formación de
Talento Humano en Salud
Regional Distrito Capital**



GISS
Grupo de Investigaciones
de Servicios a la Salud



REDIIS Vol. 7 / 2023

ISSN: 2590-7786

E-ISSN: 2619-4228

Periodicidad: semestral

Las imágenes consignadas en esta edición de la Revista son tomadas de banco de imagenes de libre uso: Pexels, Pixabay Flaticon y Freepik.

Servicio Nacional de Aprendizaje

SENA

Regional Distrito Capital

Centro de Formación de Talento Humano en Salud

Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e
Innovación

SENNOVA

Grupo de Investigaciones de Servicios a la Salud

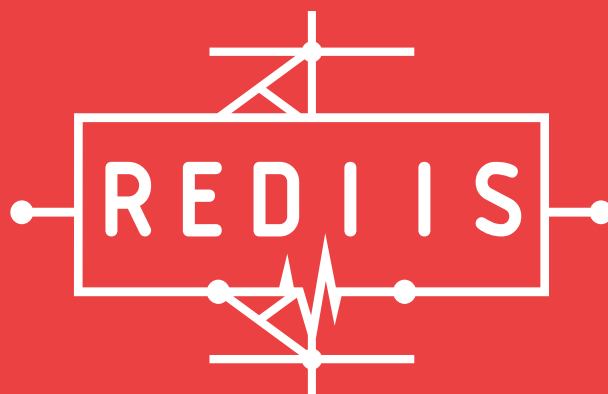
GISS

www.sena.edu.co

Carrera 6 No. 45 - 52

Bogotá - Colombia

+57 (1) 546 1500 Ext. 15852



El contenido y autenticidad de los documentos presentados en la Revista REDIIS es responsabilidad exclusiva de sus autores, por lo tanto las opiniones expresadas no reflejan necesariamente la posición oficial del Centro de Formación de Talento Humano en Salud, ni del SENA. Cualquier error en la edición impresa será corregido en su formato digital.

EQUIPO EDITORIAL

- Director de Revista:

Carlos Arturo Salgar Ramirez
Contador Público especialista en Gerencia de Finanzas, Especialista en Pedagogía, Magister en Educación. SENA Subdirector (E) del Centro de Formación de Talento Humano en Salud - Regional Distrito Capital.

- Líder del Proyecto:

Rafael Mesa Pérez
Administrador Público, Especialista en Gerencia social, Magister en Educación Superior. SENA - Centro de Formación de Talento Humano en Salud - Regional Distrito Capital - Líder SENNOVA y Grupo de Investigación de Servicios a la Salud GISS.

- Editor:

Fabiam Eduardo Rojas Navarrete
Licenciado en Filosofía y letras, Magister en Educación.
SENA - Centro de Formación de Talento Humano en Salud - Regional Distrito Capital - Investigador SENNOVA y Grupo de Investigación de Servicios a la Salud GISS.

- Editor de Sección:

Maria del Pilar Sánchez Barrero
Licenciada en Pedagogía Infantil y Especialista en Gestión de Proyectos Educativos. SENA - Centro de Formación de Talento Humano en Salud - Regional Distrito Capital - Investigador SENNOVA- Responsable Gestión Editorial y participación en Grupo de Investigación de Servicios a la Salud GISS.

- Gestora Editorial:

Angie Paola Pinzón Sánchez
Profesional en Diseño Gráfico
SENA - Centro de Formación de Talento Humano en Salud - Distrito Capital - Diseñadora Gráfica SENNOVA y Grupo de Investigación de Servicios a la Salud GISS.

COMITÉ DE PUBLICACIONES

- Corrección de Estilo y/o Traducción de Inglés:

Elkin Rodolfo Moreno Merchán
Lic. en Filología e Idiomas, Máster en TEFL.
SENA - Centro de Formación de Talento Humano en
Salud Distrito Capital - Profesional de Bilingüismo.

Ana Carolina Feris Córdoba
Terapeuta Ocupacional. Coordinadora Grupo Forma-
ción Integral, Gestión Educativa, Promoción y Rela-
ciones Corporativas. Centro de Formación de Talento
Humano en Salud. SENA- Regional Distrito Capital

Tiffany Pamela Torres Torres.
Licenciada en Educación Básica con Én-
fasis en Inglés como Lengua Extranjera.
SENA- Centro de Formación de Talento Humano en
Salud Distrito Capital - Instructora bilingüismo Coordi-
nación servicios asistenciales

- Diseño y Diagramación:

Angie Paola Pinzón Sánchez
Profesional en Diseño Gráfico
SENA - Centro de Formación de Talento Humano en
Salud Distrito Capital - Diseñadora Gráfica SENNO-
VA y Grupo de Investigación de Servicios a la Salud
GISS.

- Ilustración de Portada:

Herson Pacheco
Ilustrador
Produccion multimedia
Instagram : @herson_furioso

COMITÉ EDITORIAL / CIENTÍFICO

Germán Andrés Mora Vera
Político, Magister en Desarrollo Internacional y Ph.D
en Desarrollo Internacional. Nagoya University.

Nairo Yovany Rodríguez Cabrera
Economista, Lic. en filosofía y letras, Magister en Fi-
losofía latinoamericana, MBA en administración, Can-
didato a doctor en Administración gerencial. Unipana-
mericana – Secretaría de Educación de Cundinamarca

Mario Mejía Huamán
Profesor de filosofía, Doctor en Educación por la Uni-
versidad Nacional del Cusco, Magister en Filosofía por
la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Que-
chua-hablante - Miembro Correspondiente de la Aca-
demia Mayor de Quechua.

Juan Guillermo Pérez
Médico, Especialista y Magister en Bioética. Especia-
lista y Magister en Epidemiología - Grupo de Investiga-
ción de Servicios a la Salud GISS.

Leonardo Ramírez Vanegas
Enfermero, Esp. en Herramientas Virtua-
les para la Educación. MSc Salud Publica
Profesional Especializado Modelo Territorial de Sa-
lud-Secretaría Distrital de Salud. Grupo de Investiga-
ción GISS y UNAL.

Ángela Morales Aristizábal
Abogada, Universidad Autónoma de Bucaramanga
(COL), Máster en Gobernanza y Derechos Humanos
Universidad Autónoma de Madrid (ES), Máster in Ges-
tione delle migrazioni e dei processi di accoglienza e
inclusione, Università Federico II, Napoli (IT)
Doctoranda en Estudios Migratorios, Universidad de
Granada, (ES)

Cesar Agudelo
Psicólogo, Magister en Educación, Especialista en De-
sarrollo Humano con énfasis en procesos afectivos y
creatividad. Docente universitario, conferencista y ase-
sor.

Mercedes Rativa Velandia
Enfermera, Magister en enfermería con énfasis en
investigación. SENA - Centro de Formación de Talento
Humano en Salud - Regional Distrito Capital - Investi-
gador SENNOVA y Grupo de Investigación de Servi-
cios a la Salud GISS.

REVISTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN EN SALUD:

Misión:

La revista REDIIS es una publicación semestral del Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA – Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS), de la Regional Distrito Capital, que divulga artículos científicos de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico en las áreas de: Salud pública, Educación y Pedagogía en salud, Apoyo diagnóstico y terapéutico, Administración en salud, Bienestar y promoción social y otras relacionados con Salud.

Visión:

Ser una revista posicionada en índices científicos a nivel de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico en áreas de la salud.

Evaluación de Artículos:

La revista cuenta con un comité científico/editorial integrado por expertos del área de interés. Además, cuenta con pares externos que garantizan el cumplimiento de los criterios para publicación de los manuscritos presentados.

Redacción de Manuscritos:

REDIIS sigue las especificaciones Colciencias para la indexación de las publicaciones seriadas, en especial se da relevancia a cuatro tipos de artículos: Original, Corto, Revisión y Reflexión. Para más información se puede consultar la Guía abreviada para la presentación de artículos o el documento instrucciones a los autores, disponible en el enlace: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/about/submissions#onlineSubmissions>

Distribución de la Revista:

La revista se distribuye gratuitamente principalmente en formato virtual descargable a través de la plataforma OJS del sistema de Bibliotecas del SENA, disponible en el enlace: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis>. También podrá ser solicitada mediante correo electrónico a rediis@sena.edu.co, además cuenta con una versión impresa limitada para facilitar su accesibilidad.

Financiación de la Revista:

La financiación de la revista es responsabilidad del SENA Centro de Formación de Talento Humano en Salud, Regional Distrito Capital y de SENNOVA.

Suscripción:

Se recomienda a los autores interesados en publicar sus manuscritos consultar y realizar la suscripción en el siguiente enlace: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/information/authors>

Recepción Documentos y Correspondencia:

Se reciben en el correo electrónico: rediis@sena.edu.co. La correspondencia por medio físico es recibida en la Carrera 6 # 45-52, 11023, Bogotá, Colombia.

Reproducción de Artículos:

Los artículos están bajo la licencia Creative Commons 4.0 internacional (Atribución-No comercial-Sin derivar), la cual permite descargar las obras y compartirlas con otras personas, reconociendo su autoría, sin cambiar su contenido, ni usándolas con fines comerciales.

Acceso en Línea (URL):

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/index>

JOURNAL OF RESEARCH AND INNOVATION IN HEALTH:

Mission:

The journal REDIIIS is an annual publication of the National Training Service, SENA - Human Talent Training in Health (CFTHS), Capital District Regional, which publishes scientific articles on applied research, innovation, and technological development in the areas of: Public health, Education and pedagogy in health, Diagnostic and therapeutic support, Health management, Welfare, and social promotion and other related to Health.

Vision:

Be a positioned journal in scientific indexes at the level of applied research, innovation, and technological development in health areas.

Article Evaluation:

The journal has a scientific / editorial committee composed by experts from the area of interest. Besides, it has external peers that guarantee compliance with the criteria for publication of the submitted manuscripts.

Manuscripts Drafting:

REDIIIS follows the Colciencias' specifications for indexing serial publications, it mainly aims to four kinds of articles: original, short, revision and reflection. For further information you can check the Brief guide for presenting articles or the Instructions to the authors' document, available on the link:

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/about/submissions#onlineSubmissions>

Distribution of the Journal:

The journal is a freely distributed mainly on virtual format downloadable through the OJS platform of the SENA's Libraries system, available on the link: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis>. It can be also requested through email to rediis@sena.edu.co, it also has a limited printed version to ease its accessibility.

Financing of the Journal:

Journal's funding SENA's Human Talent Training Center for Health, Regional Capital District and SENNOVA.

Subscription:

Authors interested in publishing their manuscripts are advised to consult and subscribe in the following link: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/information/authors>

Document Reception and Mail:

It is received in the email: rediis@sena.edu.co. Mail is received on Carrera 6 # 45-52, 11023, Bogotá Colombia.

Articles Reproduction:

Articles are under Creative Commons 4.0 international license (Attribution-Noncommercial-No Derivation), which allows to download and share with other people, recognizing authorship, without changing content, or using them for commercial purposes.

Online Access (URL):

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/rediis/index>

Índice

ORIGINAL

DESARROLLO DE UNA FÓRMULA ALIMENTICIA CON CBD PARA MITIGAR LOS SÍNTOMAS DEL COVID-19, MATERIAL Y DIABETES



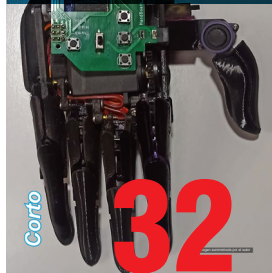
CORTO

ÁNGULO DE FASE Y SU RELACIÓN CON MARCADORES BIOLÓGICOS DE SALUD.



CORTO

DESARROLLO DE PRÓTESIS INFANTIL CON TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN ADITIVA PARA AMPUTACIONES TRANSRADIALES



REVISIÓN

EL JUEGO MEDIADO POR LA TECNOLOGÍA: ELEMENTO MOTIVADOR PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO



REVISIÓN

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL APLICADA AL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE ENFERMEDADES Y SUS CONSIDERACIONES ÉTICAS



REVISIÓN

EL MARCO DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL DEL SENA Y LA EDUCACIÓN INTERPROFESIONAL EN TIEMPOS DE PANDEMIA



REVISIÓN

ENTRENAMIENTO CONCURRENT, DETERMINANTE PARA LA CONDICIÓN FÍSICA DESPUÉS DE PADECER COVID 19: ESTUDIO DE CASO



REFLEXIÓN

AMBIENTES SIMULADOS PARA FORMACIÓN EN SALUD: MEMORIA DE UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA.





Original

INTRODUCCIÓN

El virus SARS-CoV-2 con origen en Wuhan-China denominado por la OMS como COVID-19, es el virus que ha generado la pandemia a nivel mundial durante los años 2019 a 2022 (WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard, s. f.). Aunque los coronavirus ya han sido identificados por la ciencia, esta mutación ha sido especial debido a su fácil propagación y que gran parte de los afectados son asintomáticos, además de su alta probabilidad de generar afecciones de salud en vías respiratorias en poblaciones vulnerables como son los adultos mayores y personas con comorbilidades (Rodríguez-Morales et al., 2020). Estas afecciones se traducen en hospitalizaciones prolongadas o incluso en la muerte de pacientes.

Frente a la premura del desarrollo acelerado de las vacunas dada la gran cantidad de contagiados a nivel mundial, las diferentes casas farmacéuticas se han visto limitadas para realizar estudios clínicos con un adecuado seguimiento y rigurosidad, puesto que el proceso suele tomar años para determinar la seguridad en pacientes; viéndose en la obligación de distribuir vacunas que han presentado efectos adversos en algunos pacientes (Shahcheraghi et al., 2021; Beatty et al., 2021)

Por esta razón, mediante este estudio se plantea la alternativa de utilizar biocompuestos presentes en la naturaleza como son los metabolitos secundarios presentes en las plantas (Singh, 2015), compuestos del reino animal, reino fungí entre otros, como posibles principios activos de una

fórmula alimenticia desarrollada para mitigar los síntomas asociados a esta afección viral.

Biocompuestos como el cannabidiol (CBD) presente en la planta conocida como Cannabis Sativa (Machado Bergamaschi et al., 2011), han despertado un gran interés en el mundo científico por características como actividad antiinflamatoria (Hobbs et al., 2020), antiepiléptico (Karaźniewicz-Łada et al., 2021), ansiolítico (Zuardi et al., 2017), antidepresivo (Silote et al., 2019), anticancerígeno (Koltai & Shalev, 2022) y antiviral (Pitakbut et al., 2021); evidenciadas mediante estudios in vitro, in vivo y clínicos. Además de contar con la aprobación de entes gubernamentales nacionales e internacionales que permiten su incorporación en determinados productos farmacéuticos brindando versatilidad en la utilización del biocompuesto (White, 2019). El desarrollo de una fórmula alimenticia permite la funcionalización de los alimentos para mitigar los síntomas presentados por el virus COVID-19 apoyando al sistema de salud nacional y reforzando el sistema inmune del consumidor (Khodadadi H. et al. 2020; Bialia M., et al. 2020).

METODOLOGÍA

Búsqueda de Proteínas Virales del COVID-19

La partícula viral del COVID-19 contiene una hebra de ARN (+) envuelta en una nucleocápside helicoidal (N) (Fehr & Perlman, 2015), un exterior con una proteína de

Tabla 1

Proteínas virales y blancos celulares asociados a la infección del virus COVID-19

	Código PDB	Blanco Celular o Viral	Referencias
1	5E84	BiP unión ATP	(Yang et al., 2015)
2	5X29	Proteína de envoltura (E)	(Surya et al., 2018)
3	6BB5	Oxiglobulina humana	(Terrell et al., 2018)
4	1R4L	ACE 2	(Towler et al., 2004)
5	5MIM	Receptor celular Furina	(Dahms et al., 2017)
6	7BQY	MPro	(Jin et al., 2020)
7	7BV2	NSPS	(Yin et al., 2020)
8	6YI3	Nucleocapside (N)	(Dinesh et al., 2020)
9	6W02	PIPro	(Michalska et al., 2020)
10	6VXX	Espiga (S)	(Walls et al., 2020)
11	5CE1	Receptor celular TMPRSS2	(Pendiente de publicación)

Nota: Las estructuras 3D de cada proteína viral o receptores celulares se descargaron en formato (PDB) mediante la base de datos online Protein Data Bank utilizada para la preparación de estudios in silico asociadas con diferentes tipos de afecciones en animales y humanos (Berman, 2000).

espiga (S) (Zhu et al., 2020) que le da la apariencia de corona, 16 proteínas no estructurales (NSPS) (Chan et al., 2020), 6 ORFS además de la proteína (M) (Hu et al., 2003) y envoltura (E) (Cao et al., 2021).

Se buscó en la literatura sobre el ciclo de replicación y el proceso de infección de la célula huésped con el virus COVID-19 (Shereen et al., 2020), se identificaron en artículos científicos 11 blancos virales proteicos en proceso de pre infección, post infección y asociados a receptores presentes en células huésped.

Estudio in silico de acoplamiento molecular

El análisis in silico de acoplamiento molecular, es un estudio en el cual se aproxima a una determinada área de la proteína, un biocompuesto para determinar la afinidad y las interacciones químicas entre el biocompuesto y el área estudiada. Esta área puede estar asociada a una determinada función celular o proteica que puede ser inhibida por un biocompuesto de estudio.

Para realizar el estudio de acoplamiento molecular se requiere de la estructura 3D de la proteína a estudiar, obtenida previamente, y la estructura 3D de los biocompuestos que se descargó en formato .SDF mediante la base de datos online Pubchem (Kim et al., 2015, Kim et al., 2018). Las estructuras moleculares de los biocompuestos fueron optimizadas mediante el software Avogadro 1.2.0 (Hanwell et al., 2012) con un campo de fuerza MMFF94 a un pH de 7.4. Las proteínas virales descargadas en formato .PDB fueron tratadas con el software libre UCSF Chimera 1.16 (Pettersen et al., 2004) con el cual se retiraron los interferentes como sales, cofactores, solventes y aquellas cadenas que no participan del estudio mejorando la precisión del acoplamiento molecular.

Con las estructuras 3D de las 11 proteínas y los biocompuestos seleccionados se realizó el estudio de acoplamiento molecular mediante el software libre Autodock 4.2 (Morris et al., 2009) que genera un complejo proteína-ligando dando como resultado 10 conformaciones por complejo al cual se asignó una energía de afinidad determinada por el número de interacciones débiles presentes en el mismo.

Finalmente, con el software MGLtools 1.5.7 se asignaron las cargas de Kollman a cada proteína y se da entrada al archivo de la proteína y el ligando para correr el programa de acoplamiento molecular.

Los resultados obtenidos se tabularon en la base de datos mostrando los valores de energía final (kcal/mol) y por pa-

rámetro como son la constante de inhibición (KI), energía relacionada a fuerzas de Van der Waals, desolvatación, interacciones débiles y el RMSD para determinar que conformación de complejos obtenidos presentan la mejor interacción frente a diferentes blancos virales y celulares.

Búsqueda de Biocompuestos

Se realizó una búsqueda de biocompuestos de diferentes reinos y orígenes en artículos científicos utilizando bases de datos online como son ScienceDirect, Springerlink, Pubmed, GoogleScholar, Elsevier, Scielo y Taylor and Francis Online; así mismo se corrobora si presentan estudios in silico, in vitro, in vivo o clínicos frente al virus COVID-19, permitiendo plantear un posible mecanismo de acción de los biocompuestos en caso de estar reportado. Utilizando la información recopilada se construyó una base de datos con biocompuestos de interés mediante la identificación de su estructura molecular y parámetros LADME asociados a una posible administración por vía oral mediante el cumplimiento de las cinco reglas de Lipinski (Lipinski, 2004). Estos parámetros fueron obtenidos por la herramienta online SwissADME perteneciente al Molecular Modeling Group del Swiss Institute of Bioinformatics (Daina et al., 2017), que mediante el código SMILES (Weininger, 1988) del biocompuesto arroja como resultado aquellos parámetros asociados a las reglas de Lipinski y su cumplimiento.

Parámetros como la toxicidad y los derivados de los estudios in vitro en diferentes modelos celulares, son vitales para determinar si pueden presentarse afecciones en seres humanos; por tanto, es importante la implementación de herramientas como la del sitio online PreADMET (Lee et al., 2003), para predecir los parámetros asociados a la toxicidad en diferentes modelos in vitro e in vivo, a través de la estructura molecular del biocompuesto para aquellos que no presentan estudios reportados en la literatura.

Red Neuronal Artificial

La programación de la Red Neuronal Artificial se realizó a través del lenguaje de programación de Python (Krogh, 2008), utilizando como parámetros de entrada las propiedades físicas, químicas y farmacológicas de los biocompuestos preseleccionados, además de las energías de afinidad entre las proteínas y los ligandos obtenidos de los cálculos de acoplamiento molecular. El porcentaje de precisión de la Red Neuronal Artificial programada fue superior al 86% dando como resultado los seleccionados como posible compuesto activo frente al virus COVID-19.

Ensayo de citotoxicidad

La citotoxicidad se determinó mediante el ensayo de MTT (Supino, 1995), el cual se basa en la reducción metabólica del Bromuro de 3-(4,5- dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol realizada por la enzima mitocondrial succinato-des-hidrogenasa en un compuesto de color azul (formazán), permitiendo determinar la funcionalidad mitocondrial de las células tratadas. Este método ha sido ampliamente usado para medir la supervivencia y actividad antiviral; de esta manera, la cantidad de formazán es directamente proporcional a la viabilidad celular.

Inicialmente, las células se sembraron a una densidad de 1×10^5 células/pozo en una placa de 96 pozos en 200 μ L de DMEM con 10% de FBS y se cultivaron durante 24 horas a 37°C con 5% de CO₂. Luego, las células fueron tratadas con diferentes diluciones del compuesto, a partir de una concentración determinada. Cuarenta y ocho horas después del tratamiento, se retiró el sobrenadante y se adicionó la solución de MTT (0.5 mg/ml). Después de 2h de incubación se adicionaron 130 μ L/pozo de DMSO. Posteriormente, las placas se dejaron en agitación durante 15 minutos y finalmente se llevaron a un espectrofotómetro a 550nm para su análisis. Se incluyeron controles sin tratamiento, en los cuales la viabilidad celular se asumió como del 100%. Cada condición experimental fue evaluada por triplicado en 2 experimentos independientes (n=6).

Actividad Antiviral

Para los ensayos antivirales se evaluaron las concentraciones de los compuestos que mostraron menos del 20% de citotoxicidad (Díaz et al., 2020). Se sembraron 1×10^5 células VERO E6/pozo en placas de 96 pozos durante 24 horas. Luego, diluciones no citotóxicas del compuesto fueron adicionadas a las células VERO E6, en réplicas de 3 pozos, por 1 hora. Después de este tiempo, se retiró el compuesto y las células fueron infectadas con el virus SARS-CoV-2 a una MOI de 0.01 por 1h. Después de este tiempo, el remanente de virus que no logró ingresar a las células se retiró y fue reemplazado por un medio de cultivo fresco y por nuevas diluciones del compuesto, estos cultivos se incubaron entre 48 a 72 horas a 37°C con 5% de CO₂. Finalmente, se evaluó la viabilidad celular por el método de MTT, el cual fue descrito anteriormente. Cada condición experimental fue evaluada por triplicado en 2 experimentos independientes (n=6).

El porcentaje de AAV se obtuvo de la siguiente formula:

$$\% \text{ AAV} = 100 \times [(A-B) / (C-B)]$$

Donde

A: Densidad óptica (DO) de las células infectadas y tratadas con el compuesto.

B: DO de las células infectadas no tratadas (control positivo de infección).

C: DO de las células no infectadas ni tratadas (control negativo de infección).

Los compuestos y dosis que mostraron una actividad antiviral significativa en la prueba de tamizaje fueron adicionalmente verificados por plaqueo a partir de los sobrenadantes. El porcentaje de inhibición de la replicación viral fue calculado respecto al control de células infectadas no tratadas con el compuesto.

Desarrollo de la formulación Alimenticia

Para el desarrollo de la fórmula alimenticia se preparó una emulsión con una mezcla de aceites ricos en ácidos grasos poliinsaturados principalmente omegas 3 (Gutiérrez et al., 2019) y 6 (Fisher & Harbige, 1997) por su efecto inmunomodulador reportado en la literatura, el cual permite combatir las infecciones en el organismo. Esta emulsión se elaboró con fibra prebiótica, estabilizante coloidal, proteína vegetal y antioxidantes, además del edulcorante natural no calórico (Alonso, 2010), importante para la aceptación sensorial del producto por parte de los consumidores. Posteriormente se pasa al equipo de secado por aspersión, el cual permite obtener un producto en polvo con un tamaño de partícula determinado y bajo contenido de agua, incrementando la durabilidad y manteniendo las características sensoriales y nutricionales de los compuestos.

Posteriormente el producto en polvo obtenido del proceso de secado de los aceites, se mezcla con vitaminas (A, D, E, B12, C, ácido fólico), minerales (Cu, Mg, Se, Zn), CBD (proveedores nacionales) y fructooligosacáridos (Gombart et al., 2020; World Health Organization, 2007). Finalmente, se adiciona una mezcla de probióticos como son *Lactobacillus rhamnosus* 1×10^9 , *Bifidobacterium lactis* 1×10^9 y *Lactobacillus plantarum* 1×10^9 , microorganismos que al ser administrados en cantidades adecuadas mejoran la salud del huésped potenciando la respuesta inmune frente a afecciones respiratorias (Infusino et al., 2020). Estas mezclas de vitaminas, minerales y probióticos se realizaron luego del análisis de diferentes fuentes bibliográficas y del asesoramiento técnico por parte de los proveedores. Las cantidades suministradas deben ser de acuerdo a la cantidad diaria recomendada (RDA) estipulada en la resolución 3803 de 2016. Durante la etapa del mezclado

se agregaron los demás ingredientes de la formulación, como el anticompactante y los sabores que facilitan unas características sensoriales en el perfil de sabor del producto en función de la aceptación general por parte del consumidor final.

Mediante un estudio realizado en 50 personas sanas durante la administración diaria de 10 mg por día de CBD en el producto en polvo en humanos por un periodo de tiempo de 14 días, se determinó la percepción de la mejoría de síntomas en la población de estudio.

RESULTADOS

Con la búsqueda bibliográfica se identificaron al menos 305 biocompuestos de todo tipo de reinos, a los cuales se les predijo los parámetros LADME de cada uno de ellos mediante el sitio web SwissADME. Como resultado de esta búsqueda bibliográfica se obtuvo la información de aquellos estudios que se le han realizado a los biocompuestos tanto in silico, in vitro e in vivo, y las concentraciones asociadas a la inhibición viral en el modelo celular seleccionado, la evaluación del compuesto aislado o en sinergia con otros compuestos químicos. Además de la revisión de patentes de desarrollo vinculadas a los biocompuestos; también se determinó si presentaban toxicidad en diferentes modelos in vitro e in vivo mediante el sitio web preADMET para la viabilidad de una posible evaluación in vitro o preclínica. Otro parámetro que se tuvo en cuenta fueron las energías de afinidad que, obtenidas mediante cálculos de acoplamiento molecular, permiten predecir una posible interacción y generar una hipótesis del sitio de unión del biocompuesto a nivel celular.

Estos resultados fueron importantes ya que permitieron desarrollar una base de datos de los biocompuestos para su implementación en un futuro y generar los parámetros de entrada para la Red Neuronal Artificial y seleccionar los mejores biocompuestos que presentan actividad antiviral. La Red Neuronal Artificial dio como resultado un total de 80 biocompuestos y se redujeron a 10 biocompuestos bajo los siguientes criterios de selección: si el biocompuesto es aprobado por la FDA como fármaco o alimento, ya sea como ingrediente activo o secundario; si cuenta con estudios preclínicos; si se encuentra en la base de datos de DailyMED o Market Insights para determinar si existen suplementos dietarios, alimentos o fármacos que contengan el biocompuesto en su composición como ingrediente activo o secundario; si se encuentra de forma natural en Latinoamérica; si se encuentra en la lista de Agentes Biocidas de la ECHA; si se encuentra en la base de datos del INVIMA como ingrediente de suplementos

Tabla 2

Biocompuestos seleccionados para la incorporación en la formulación alimenticia

Código pubchem (CID)	Nombre
446284	Ácido Eicosapentaenoico
5281855	Ácido Elágico
445858	Ácido Ferúlico
525	Ácido Málico
5281792	Ácido Rosmarínico
64945	Ácido Ursólico
5280450	Acido Alfa Linoleico
644019	Cannabidiol (CBD)
5280343	Quercetina
445154	Resveratrol

Nota: En la tabla se encuentran los códigos de identificación en la plataforma PubChem de los biocompuestos seleccionados para la formula alimenticia junto con el nombre de los mismos.

dietarios o productos fitoterapéuticos. Además, se consideró el caso en el que se obtuvieran registros del aceite esencial o extracto vegetal o del compuesto puro. Los 10 biocompuestos seleccionados, se listan en la tabla 2.

Adicionalmente, se consideraron aquellos biocompuestos que se encontraban en la base de datos de registros sanitarios de medicamentos del INVIMA como componente activo, obteniéndose como resultado tres biocompuestos: ácido eicosapentaenoico, cannabidiol (CBD) y quercetina.

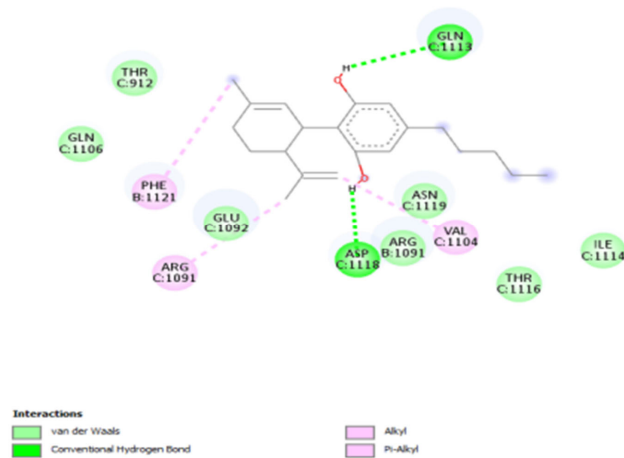
De estos tres compuestos el único que cumple con todo lo anteriormente mencionado es el cannabidiol (CBD), el cual presenta una mejor afinidad con la proteína de espiga (S) con una energía de afinidad de -8.42 kcal/mol en la cadena C (Figura 1.) postulando un posible efecto inhibitorio, evitando la entrada a la célula huésped.

Una vez identificado el CBD mediante los estudios in silico de acoplamiento molecular, se procede a realizar estudios in vitro como son estudios de citotoxicidad y de actividad antiviral en células Vero-E6.

Los estudios de citotoxicidad MTT del cannabidiol dieron como resultado la no citotoxicidad en concentraciones entre 0.375 - 6µM, observándose proliferación celular frente al control, indicando que este biocompuesto favorece el crecimiento en la población celular del modelo Vero-E6. Con las concentraciones no citotóxicas ya identificadas se

Figura 1

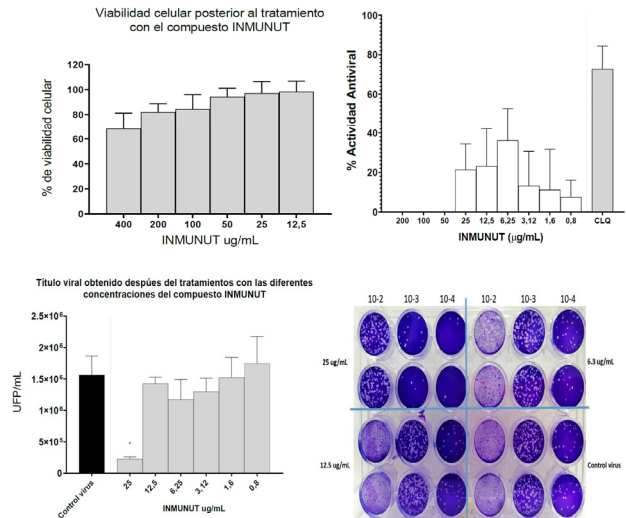
Interacciones del CBD frente a la proteína S de COVID-19.



Nota: La figura representa la estructura molecular del CBD junto con el tipo de interacciones principales frente a la proteína S del COVID-19.

Figura 3

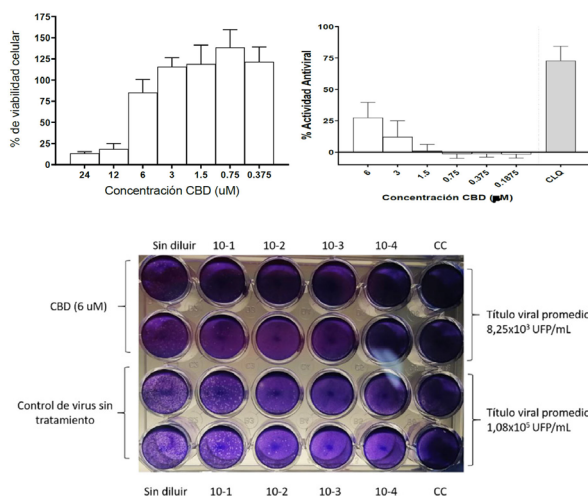
Resultados análisis in vitro para la formula alimenticia



Nota: Ensayo de viabilidad celular (Parte superior izquierda), Actividad antiviral (Parte superior derecha), Título viral (parte inferior izquierda) y plaqueo (Parte inferior derecha) para la formula alimenticia Inmunut.

Figura 2

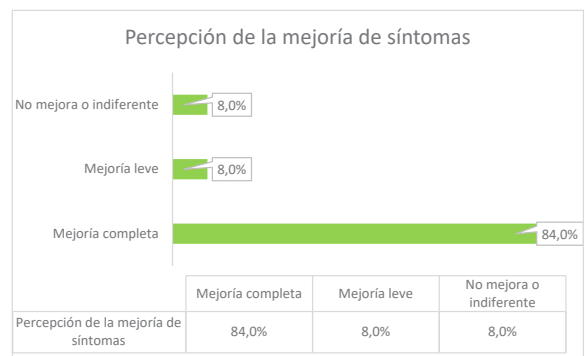
Resultados análisis in vitro para el CBD puro



Nota: En la figura se observa los resultados del ensayo de citotoxicidad (Parte superior izquierda), Actividad antiviral (Parte superior Derecha) y Plaqueo (Parte inferior) para el CBD puro

Figura 3

Resultados cuestionario de percepción de mejoría de síntomas



Nota: En la figura se observan los resultados del cuestionario cualitativo que fue realizado a los individuos objeto de estudio sobre la percepción de la mejoría respecto a los síntomas que presentaban producto de la infección ocasionada por el COVID-19

complementa con un estudio de actividad antiviral donde se obtiene que en una concentración 6 μ M presentó una actividad antiviral del 92% (Figura 2), lo cual corresponde a una tercera parte del control positivo con cloroquina, fármaco utilizado en enfermedades autoinmunes y anti-malárico.

El proceso de microencapsulación fue llevado a cabo mediante secado por aspersión utilizando la mezcla de aceites de maíz, linaza y girasol que son utilizados como vehículo y fuente de ácidos grasos poliinsaturados ricos en omegas 3 y 6, junto con emulsificantes, estabilizantes, entre otros. Durante el proceso de mezclado se pesan los macronutrientes del secado, (aceites, carbohidratos y proteínas), junto con los demás ingredientes como vitaminas, minerales, CBD, proteína láctea, estabilizantes, antioxidantes, probióticos y saborizantes; obteniendo la fórmula alimenticia en polvo denominada INMUNUT con el principio activo y antiviral de cannabidiol (CBD). Esta fórmula en polvo se obtiene mediante la técnica de secado por aspersión desarrollado por la compañía ALSEC Alimentos Secos S.A.S que cuenta con una experiencia de 15 años y con su unidad de investigación y desarrollo reconocido por Minciencias (Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de Colombia).

Posterior al desarrollo de la fórmula alimenticia se le realizaron estudios in vitro en un modelo celular de células Vero-E6 donde estudios de citotoxicidad muestran un efecto no citotóxico en concentraciones inferiores 200 μ g/ml. La actividad antiviral del producto en polvo por su parte dio como resultado una inhibición de 75% en una concentración del 25 μ g/ml (Figura 3.). Esto comprueba que la fórmula alimenticia presenta actividad antiviral inferior en comparación con la actividad antiviral evaluada en el compuesto aislado de CBD, pero presenta una mejora en la biodisponibilidad del biocompuesto activo además de presentar una funcionalización de un alimento.

Adicionalmente, las pruebas sensoriales realizadas con un panel de expertos revelaron que además de la adición del saborizante a Vainilla, es necesaria para proveer un mejor perfil sensorial; considerando el enmascaramiento de los sabores característicos de las vitaminas y minerales utilizados en la formulación. A su vez, esta evaluación permitió la caracterización del sabor del producto en polvo dentro de un perfil lácteo, característico de los productos utilizados en el proceso de microencapsulación del secado por aspersión.

Dado que no existe claridad sobre la relación entre las dosis de CBD, sus niveles plasmáticos y su correspondiente efecto en la respuesta inmune, no es posible deter-

minar con certeza una dosis adecuada para esta prueba de aceptabilidad y adherencia. Teniendo en cuenta que en los ensayos in vitro el CBD inhibió la replicación viral a una concentración de 6 μ M; se estimó que esto podría equivaler a una dosis de 0,15 mg/kg/día en humanos, lo cual correspondería a una dosis de 9,18 mg día en un adulto de 60 kg; por lo tanto, aproximamos la dosis a 10 mg. Es importante aclarar que esto es una estimación imprecisa dado que serían necesarios estudios en modelos animales para tener una mejor aproximación, para ser implementado en humanos.

Esta dosis se considera baja, por lo tanto, se espera que tenga un efecto inmunomodulador más no antiinflamatorio. En Colombia, el uso de CBD en grado farmacéutico (Neviot ®) fue aprobado este año para el tratamiento co-ayudante de epilepsia refractaria en personas mayores de 2 años a una dosis de 10 a 20 mg/kg/día (Strasser et al., 2016). Es decir que, para un adulto con un peso de 60 kg, la dosis más baja sería de 60 mg, lo cual es seis veces mayor que la propuesta en este estudio. Por lo tanto, se consideró que la dosis de 10 mg/día propuesta en este ensayo es segura.

Para los análisis relacionados con la aceptación, la adherencia y la tolerancia que presentaron los consumidores objeto de estudio; se realizaron cuestionarios cualitativos que permitieron identificar los efectos de mitigación de síntomas asociados a la infección por el virus COVID-19, en función de la percepción del grado de gravedad de la sintomatología captada por las personas que consumieron el producto y que se encontraban infectadas por el virus en cuestión, mostrando una percepción de mejoría completa de los síntomas en un 84% de la población de estudio, estos resultados se observan en la Figura 4. Corroborando los análisis in silico e in vitro realizados con anterioridad.

DISCUSIÓN

El CBD como ingrediente activo en la formulación de un alimento funcional, mostró tener efectos positivos relacionados a su capacidad como agente antiviral frente al virus COVID-19, en las evaluaciones in vitro realizadas en un modelo celular utilizando células Vero-E6 y en ensayos in silico que involucran las simulaciones de acoplamiento molecular, con proteínas involucradas en el proceso de infección del virus a la célula huésped. No obstante, estos estudios presentan una limitante respecto a la proyección del comportamiento de la matriz alimenticia en los procesos de digestión en seres vivos y sus posibles efectos secundarios, por tanto, se hace necesario la realización de estudios in vivo y clínicos que permitan dar cuenta la

viabilidad de la formulación alimentaria como tratamiento seguro para la prevención y mitigación de los síntomas asociados a infecciones por virus como el SARS-cov-2.

CONCLUSIONES

Mediante el uso de la ciencia, tecnología e innovación, se desarrolló una fórmula alimenticia que presenta una inhibición antiviral frente al COVID-19 con un 75% de actividad antiviral en estudios in vitro. Esta fórmula alimenticia presenta una menor actividad antiviral en comparación con el compuesto activo CBD (inhibición viral del 92%) pero al tener una menor concentración de CBD y tener un potencial nutraceutico permiten explorar la funcionalización de los alimentos.

La identificación de este principio activo fue llevada a cabo mediante el desarrollo de una base de datos de biocompuestos, la implementación de un estudio in silico de acoplamiento molecular y la programación de una Red Neuronal Artificial que facilitó la identificación de posibles biocompuestos para el desarrollo de la fórmula alimenticia. Se identificó una posible ruta de inhibición que presentó una afinidad en la proteína de espiga (S) evitando la entrada del virus a una célula huésped.

El desarrollo de este prototipo de fórmula alimenticia en polvo permitirá en un futuro, el desarrollo de otros alimentos con actividad terapéutica, potencial frente a diferentes afecciones a la salud humana, recalcando el compromiso social de la compañía ALSEC Alimentos Secos S.A.S y sus investigadores. Su implementación como fórmula alimenticia está en fase de aprobación por parte del INVIMA para que en un futuro pueda ser comercializada y contribuya a aliviar los síntomas de personas afectadas por el virus COVID-19.

RECONOCIMIENTOS

Al ser un proyecto vinculado Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA con el número 84478 se agradece Minciencias y al Sena por financiar esta investigación, a la sede del Sena de Rionegro y la saluda a los cuales se les hizo el proceso de transferencia del conocimiento del proyecto. Al área de investigación y desarrollo de la compañía ALSEC Alimentos Secos S.A.S que con su capital humano hizo posible el desarrollo de la fórmula alimenticia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alonso, O & Copello, M. (2008). Reflexiones De Los Estu Beatty, A. L., Peyser, N. D., Butcher, X. E., Cocohoba, J. M., Lin, F., Olgin, J. E., Pletcher, M. J., & Marcus, G. M. (2021). Analysis of COVID-19 Vaccine Type and Adverse Effects Following Vaccination. *JAMA Network Open*, 4(12), e2140364. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.40364>
- Berman, H. M. (2000). The Protein Data Bank. *Nucleic Acids Research*, 28(1), 235–242. <https://doi.org/10.1093/nar/28.1.235>
- Cao, Y., Yang, R., Lee, I., Zhang, W., Sun, J., Wang, W. & Meng, X. (2021). Characterization of the SARS-CoV-2 E Protein: Sequence, Structure, Viroporin, and Inhibitors. *Protein Science*, 30(6), 1114–1130. <https://doi.org/10.1002/pro.4075>
- Chan, J. F. W., Kok, K. H., Zhu, Z., Chu, H., To, K. K. W., Yuan, S., & Yuen, K. Y. (2020). Genomic characterization of the 2019 novel human-pathogenic coronavirus isolated from a patient with atypical pneumonia after visiting Wuhan. *Emerging Microbes & Infections*, 9(1), 221–236. <https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1719902>
- Dahms, S. O., Jiao, G. S. & Than, M. E. (2017). Structural Studies Revealed Active Site Distortions of Human Furin by a Small Molecule Inhibitor. *ACS Chemical Biology*, 12(5), 1211–1216. <https://doi.org/10.1021/acscchembio.6b01110>
- Daina, A., Michielin, O., & Zoete, V. (2017). SwissADME: a free web tool to evaluate pharmacokinetics, drug-likeness and medicinal chemistry friendliness of small molecules. *Scientific Reports*, 7(1). <https://doi.org/10.1038/srep42717>
- Díaz, F. J., Aguilar-Jiménez, W., Flórez-Álvarez, L., Valencia, G., Laiton-Donato, K., Franco-Muñoz, C., Álvarez-Díaz, D., Mercado-Reyes, M. & Rugeles, M. T. (2020). Aislamiento y caracterización de una cepa temprana de SARS-CoV-2 durante la epidemia de 2020 en Medellín, Colombia. *Biomédica*, 40(Supl. 2), 148–158. <https://doi.org/10.7705/biomedica.5834>
- Dinesh, D. C., Chalupska, D., Silhan, J., Koutna, E., Nencika, R., Veverka, V. & Boura, E. (2020). Structural basis of RNA recognition by the SARS-CoV-2 nucleocapsid phosphoprotein. *PLOS Pathogens*, 16(12), e1009100. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1009100>
- FDA news. <https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/la-fda-emite-cartas-de-advertencia-companias-que-venden-ilegalmente-productos-con-cbd-y-delta-8-thc#:~:text=La%20FDA%20no%20ha%20aprobado,raras%20y%20graves%20de%20epilepsia>

- 

- phosphatase: from the apo form to ligand complexes. *IUCrJ*, 7(5), 814-824. <https://doi.org/10.1107/s2052252520009653>
- Bialia M.; Broers B.; Bessona M.; Demeulesa J. Cannabinoids and COVID-19. *Medical Cannabis and Cannabinoids*. 2020 Dec; 3(2): 111–115. Published online 2020 Aug 19. doi: 10.1159/000510799
- Molinspiration Cheminformatics. (2020, 1 junio). Molinspiration Cheminformatics. Recuperado 8 de agosto de 2022, de <https://www.molinspiration.com>
- Morris, G. M., Huey, R., Lindstrom, W., Sanner, M. F., Belew, R. K., Goodsell, D. S. & Olson, A. J. (2009). AutoDock4 and AutoDockTools4: Automated docking with selective receptor flexibility. *Journal of Computational Chemistry*, 30(16), 2785-2791. <https://doi.org/10.1002/jcc.21256>
- Pettersen, E. F., Goddard, T. D., Huang, C. C., Couch, G. S., Greenblatt, D. M., Meng, E. C., & Ferrin, T. E. (2004). UCSF Chimera A visualization system for exploratory research and analysis. *Journal of Computational Chemistry*, 25(13), 1605–1612. <https://doi.org/10.1002/jcc.20084>
- Pitakbut, T., Nguyen, G. N. & Kayser, O. (2021). Activity of THC, CBD, and CBN on Human ACE2 and SARS-CoV1/2 Main Protease to Understand Antiviral Defense Mechanism. *Planta Medica*, 88(12), 1047-1059. <https://doi.org/10.1055/a-1581-3707>
- R Singh. (2015). Medicinal Plants: A Review. *Journal of Plant Sciences*, 3(1), 50. <https://doi.org/10.11648/j.jps.s.2015030101.18>
- Rodriguez-Morales, A. J., Bonilla-Aldana, D. K., Balbin-Ramon, G. J., Rabaan, A. A., Sah, R., Paniz-Mondolfi, A., ... & Esposito, S. (2020). History is repeating itself: Probable zoonotic spillover as the cause of the 2019 novel Coronavirus Epidemic. *Infez Med*, 28(1), 3-5.
- Shahcheraghi, S. H., Ayatollahi, J., Aljabali, A. A., Shastri, M. D., Shukla, S. D., Chellappan, D. K., Jha, N. K., Anand, K., Katari, N. K., Mehta, M., Satija, S., Dureja, H., Mishra, V., Almutary, A. G., Alnuqaydan, A. M., Charbe, N., Prasher, P., Gupta, G., Dua, K., ... Tambuwala, M. M. (2021). An overview of vaccine development for COVID-19. *Therapeutic Delivery*, 12(3), 235-244. <https://doi.org/10.4155/tde-2020-0129>
- Shereen, M. A., Khan, S., Kazmi, A., Bashir, N. & Siddique, R. (2020). COVID-19 infection: Emergence, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *Journal of Advanced Research*, 24, 91-98. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.03.005>
- Silote, G. P., Sartim, A., Sales, A., Eskelund, A., Guimarães, F., Wegener, G. & Joca, S. (2019). Emerging evidence for the antidepressant effect of cannabidiol and the underlying molecular mechanisms. *Journal of Chemical Neuroanatomy*, 98, 104-116. <https://doi.org/10.1016/j.jchemneu.2019.04.006>
- Strasser, B., Geiger, D., Schauer, M., Gostner, J., Gatterer, H., Burtcher, M. & Fuchs, D. (2016). Probiotic Supplements Beneficially Affect Tryptophan–Kynurenine Metabolism and Reduce the Incidence of Upper Respiratory Tract Infections in Trained Athletes: A Randomized, Double-Blinded, Placebo-Controlled Trial. *Nutrients*, 8(11), 752. <https://doi.org/10.3390/nu8110752>
- Supino, R. (1995). MTT Assays. In *Vitro Toxicity Testing Protocols*, 137-149. <https://doi.org/10.1385/0-89603-282-5:137>
- Surya, W., Li, Y. & Torres, J. (2018). Structural model of the SARS coronavirus E channel in LMPG micelles. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Biomembranes*, 1860(6), 1309-1317. <https://doi.org/10.1016/j.bbamem.2018.02.017>
- Terrell, J. R., Gumpfer, R. H. & Luo, M. (2018). Hemoglobin crystals immersed in liquid oxygen reveal diffusion channels. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 495(2), 1858-1863. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2017.12.038>
- Towler, P., Staker, B., Prasad, S. G., Menon, S., Tang, J., Parsons, T., Ryan, D., Fisher, M., Williams, D., Dales, N. A., Patane, M. A. & Pantoliano, M. W. (2004). ACE2 X-Ray Structures Reveal a Large Hinge-bending Motion Important for Inhibitor Binding and Catalysis. *Journal of Biological Chemistry*, 279(17), 17996-18007. <https://doi.org/10.1074/jbc.m311191200>
- Walls, A. C., Park, Y. J., Tortorici, M. A., Wall, A., McGuire, A. T. & Veesler, D. (2020). Structure, Function, and Antigenicity of the SARS-CoV-2 Spike Glycoprotein. *Cell*, 181(2), 281-292.e6. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.02.058>
- Weininger, D. (1988). SMILES, a chemical language and information system. 1. Introduction to methodology and encoding rules. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 28(1), 31-36. <https://doi.org/10.1021/ci00057a005>
- Weiss, S. R., & Leibowitz, J. L. (2011). Coronavirus Pathogenesis. *Advances in Virus Research*, 85–164. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-385885-6.00009-2>
- White, C. M. (2019). A Review of Human Studies Assessing Cannabidiol's (CBD) Therapeutic Actions and Potential. *The Journal of Clinical Pharmacology*, 59(7), 923-934. <https://doi.org/10.1002/jcph.1387>
- WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard. (2022, 5 agosto). World Health Organization (WHO). Recuperado 8 de agosto de 2022, de <https://covid19.who.int>



- World Health Organization. (2007). By World Health Organization Guidelines on food fortification with micro-nutrients Paperback - March 2007. WHO
- Yang, J., Nune, M., Zong, Y., Zhou, L. & Liu, Q. (2015). Close and Allosteric Opening of the Polypeptide-Binding Site in a Human Hsp70 Chaperone BiP. *Structure*, 23(12), 2191-2203. <https://doi.org/10.1016/j.str.2015.10.012>
- Yin, W., Mao, C., Luan, X., Shen, D. D., Shen, Q., Su, H., Wang, X., Zhou, F., Zhao, W., Gao, M., Chang, S., Xie, Y. C., Tian, G., Jiang, H. W., Tao, S. C., Shen, J., Jiang, Y., Jiang, H., Xu, Y., Xu, H. E. (2020). Structural basis for inhibition of the RNA-dependent RNA polymerase from SARS-CoV-2 by remdesivir. *Science*, 368(6498), 1499-1504. <https://doi.org/10.1126/science.abc1560>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., & Tan, W. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733. <https://doi.org/10.1056/nejmoa2001017>
- Zuardi, A., de Souza Crippa, J., Hallak, J., Campos, A. & Guimarães, F. (2017). The Anxiolytic Effects of Cannabidiol (CBD). *Handbook of Cannabis and Related Pathologies*, e131-e139. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-800756-3.00097-1>

NOTAS

¹Ingeniero Mecánico. Correo: mauricio.vargas@alsec.com.co.

²Magister en ciencia y tecnología de alimentos.

³Maestría en Innovación Alimentaria y Nutrición. Correo: diana.rivera@alsec.com.co

⁴Doctor en Ingeniería. Correo: gustavo.hernandez@alsec.com.co



Corto

Imagen tomada de Freepik

³ Lella Simeì Miranda Sierra

posiblemente se debe a la existencia de distintas sociedades científicas por continentes, regiones e incluso países que generan su propio método y criterio de evaluación (Calder et al., 2020).

Uno de los métodos más usados por las áreas de nutrición, médica, actividad física y social, es la valoración de la Composición Corporal por Impedancia Bioeléctrica (CCIB) (Player et al., 2019), la cual omite las acciones funcionales o cognitivas del sujeto, impidiendo un valor más preciso frente a su acción diaria, incrementando la necesidad de evaluar la acción funcional frente a la relación entre la masa muscular, cantidad de fuerza y masa muscular funcional activa, que pueden determinar la aparición de sarcopenia a temprana edad, o por acciones naturales del envejecimiento (Zayas Somoza et al., 2018).

En el área de la salud, el uso de medidas como peso, talla, perímetro de cintura, índice de masa corporal o la relación existente entre la talla y el perímetro de cintura, no son medidas que presenten un valor muy alto de confiabilidad y validez para la evaluación de forma individual, estas son medidas utilizadas generalmente para la valorar grandes grupos poblacionales en investigaciones relacionadas al área de la salud (Alkhalaqi et al., 2020).

La implementación de nuevas tecnologías en la medición de la CCIB por multi frecuencias segmentadas en el cuerpo, permite de forma mucho más amplia la precisión en poblaciones especiales, que presentan patologías de tipo oncológico, renal, problemas de líquidos, e incluso si presentan amputación de alguno de sus miembros, esto permite ayudar al diagnóstico de estas enfermedades y a la monitorización de procedimientos médicos (Mugeb, 2020).

Aparte de entregar las medidas referentes a masa muscular, masa grasa, grasa visceral, comportamiento del líquido corporal, masa mineral o estructura ósea, la CCIB hoy en día entrega información directa de valores eléctricos Z (impedancia), R (Resistencia), X_c (Reactancia) y el AF (Angulo de fase), que se determina por la relación existente entre la R y X_c . (Garlini et al., 2019). En este sentido el AF , es, no solo un indicador nutricional, sino que es un excelente indicador de la salud y función de las membranas celulares (Mattiello et al., 2020).

En la medida del AF determina los cambios funcionales existentes de la bioenergía de la membrana y tejidos que se pueden ver afectados por los cambios nutricionales y afectaciones metabólicas. Aún teniendo un adelanto en la tecnología para la valoración un poco más exacta del

componente morfológico, se requiere estrictamente de la valoración funcional de los sujetos.

Por lo tanto, el uso del salto horizontal como una prueba que permite determinar los grados de funcionalidad (fuerza – Potencia), es un instrumento validado, de uso fácil y frecuente en todo tipo de población. Así mismo se ha encontrado su relación directa con el tejido adiposo en escolares y adolescentes (Sepúlveda Cáceres et al., 2018), su empleo en población que presenta parálisis cerebral (Moraes et al., 2021), y su aplicación en programas de actividad física para la salud y funcionalidad de las personas (Rob, 2014).

Actualmente los métodos para determinar parámetros nutricionales están compuestos no solo por factores de tipo morfológico, funcional (fuerza), ecografía muscular y factores bioquímicos (PCR/ Prealbumina) (Yu et al., 2019). La CCIB es un método indirecto, basado en el principio de transporte de corriente eléctrica en el cuerpo, entendiendo que el cuerpo humano en su mayoría está compuesto por agua y esta es un medio transductor de energía, mientras que otros tejidos como hueso, grasa corporal o tejido residual son muy poco o casi nula su característica traductora (Price & Earthman, 2019).

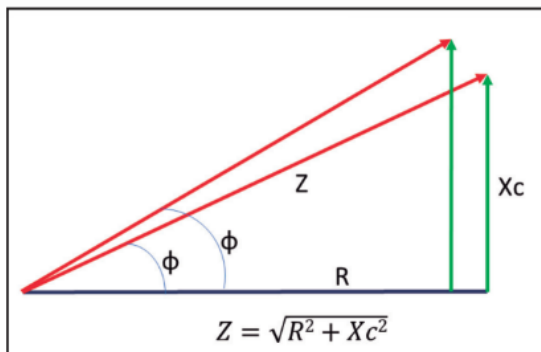
Con la obtención de los parámetros de la resistencia y la reactancia se puede obtener el $AF = \arctan(X_c/R) \times 180/n$, el AF presenta una asociación positiva frente a la reactancia de la masa muscular celular y su membrana celular y presenta asociación negativa con la resistencia, lo cual implica que una alta reactancia implicaría una membrana celular muscular saludable o una alta resistencia implicaría una afectación en la membrana celular muscular (García et al., 2018). Ver gráfica de la ecuación que determina los valores de eléctricos para hallar el ángulo de fase (Figura 1).

Una de las principales ventajas del uso del AF es su total independencia frente a los procesos de fórmulas de regresión dentro del proceso de Bioimpedancia, su valor como factor de nutrición y salud se ha venido utilizando en diferentes poblaciones, entre ellas personas con diagnóstico de VIH (Osuna-Padilla et al., 2022), cáncer (Morlino et al., 2022), niveles de actividad física (Mundstock et al., 2019). Los valores de menor AF son indicativos de un mal pronóstico y una mayor morbilidad a 50 MHz.

Varios estudios informan que el AF depende de diferentes factores, sexo (los hombres presentan un mayor valor en el ángulo de fase que las mujeres), la edad (en adultos mayores se presenta una disminución de ángulo de fase por la disminución de la masa muscular), el índice de

Figura 1

Representación de los componentes de la impedancia, X_c reactancia; Z impedancia; R resistencia; ϕ : ángulo de fase.



Nota: De "Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal" por García et al., 2018. Nutrición Hospitalaria, 35, p.7, <https://doi.org/10.20960/nh.2027>, CC BY-NC-SA 4.0

masa corporal (los valores más cercanos a obesidad presentan menores valores de ángulo de fase) y la raza, por ejemplo los Afro descendientes presentan mayor ángulo de fase (Barbosa-Silva et al., 2005).

Basado en esos parámetros fisiológicos, biológicos y morfológicos en población sana, los valores que están > 5,5 hasta 9 y valores < 5,5 presentan afectaciones en la membrana celular (García Almeida et al., 2018).

El presente estudio busca determinar el AF en una población de hombres aparentemente sanos en la ciudad de Bogotá Colombia entre los 18 y 25 años y su correlación con algunos marcadores biológicos de salud.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente, es un estudio de tipo observacional con un diseño metodológico transversal descriptivo (cross-sectional transversal), orientado a determinar el ángulo de fase y marcadores biológicos de salud en un grupo de 57 hombres.

Los sujetos se presentaron de forma voluntaria por convocatoria abierta, edades comprendidas entre los 18 y 25 años ($20.9 \pm 1,7$), talla cm ($172 \pm 7,2$), peso Kg ($69,4 \pm 10,9$) y IMC ($23.2 \pm 3,3$), aparentemente sanos, que no consumen ningún medicamento que afecte su salud cognitiva o metabólica y que no presentaran afectaciones de tipo muscular o articular. Se les indicó que se aplicaría una medición de la composición corporal, prueba funcional de fuerza potencia de tren inferior.

Variables e instrumentos

La composición corporal se determinó por método de bioimpedancia, se utilizó un equipo Inbody S10® (Gulhane et al., 2018), determinando variables de masa muscular, masa grasa, masa mineral, músculo extremidades superiores e inferiores, músculo del tronco, ángulo fase total. Se citaron los sujetos en horas de la mañana, bajo unas recomendaciones previas al procedimiento: no haber consumido alguna sustancia, haber dormido mínimo entre 7 y 8 horas, presentarse en ayuno y no consumir agua fuera de la normalidad. La prueba de salto horizontal se aplicó después de la prueba de composición corporal (Rahim et al., 2020).

Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico Jamovi 2.2.5 Solid® (Navarro & Foxcroft, 2019). Se presentan los resultados descriptivos en medias, mediana, desviación estándar, mínimo, máximo y su valor de normalidad. Se determinaron las correlaciones de Pearson (Hernández-Lalinde J. et al., 2018), entre las variables morfológicas y funcional, frente al ángulo de fase como variable dependiente. Se determinó una regresión lineal para las variables que presentan correlaciones moderadas o altas (Nuñez et al., 2020).

Consideraciones éticas

El estudio tuvo en cuenta todos los parámetros y normas establecidas en investigación en humanos según por la carta de Helsinki, (Stewart & Reider, 2016) las recomendaciones establecidas por el Ministerio de Salud según resolución 008430 de Colombia. Se aplicó un consentimiento informado a los participantes, dejando claro el orden de las mediciones, características de las variables y el nivel de riesgo de cada uno de los procesos. Así mismo se explica que ninguna de las variables requiere acciones invasivas por lo mismo el nivel de riesgo es mínimo.

RESULTADOS

A continuación, se relacionan los resultados descriptivos del comportamiento del ángulo de fase en relación con las diferentes variables biológicas evaluadas. Los datos del componente biológico: normalidad sobre una $p > 0.05$ y descriptivos de las variables. La variable de peso es la única que presentó normalidad a $p = 0,05$. (ver tabla 1).

Tabla 1.*Descriptivos y Prueba de Normalidad Para el Componente Biológico*

	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo	$p=<0,05$
Talla (cm)	172.7	172.0	7.26	161	193	0.029
Edad	20.9	21	1.78	18	25	0.012
Peso (kg)	69.4	70	10.9	51	104	0.079
Perímetro cintura (cm)	82.4	81	9.8	66	116	0.017
IMC	23.2	22.8	3.30	17.80	34	0.016
Índice Cintura Talla	0.4	0.46	0.06	0.38	0.66	0.009

Nota: Elaboración propia 2022

Tabla 2.*Descriptivos y prueba de normalidad para el componente morfológico*

	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo	$p=<0,05$
Masa Muscular Total (kg)	31.2	30.8	4.55	22.3	43.8	0.419
Masa Grasa Total (kg)	13.9	11.3	7.03	4.60	37.4	<.001
Contenido Mineral Óseo (kg)	3.14	3.07	0.45	2.34	4.27	0.456
Área de Grasa Visceral (cm2)	56.8	47.8	34.31	7.00	169.1	<.001
Masa Musculo Esquelético (%)	7.8	7.9	0.72	6.30	9.60	0.667
Masa Grasa Total %	19.4	18.6	7.59	7.20	38.6	0.041
Contenido Mineral Óseo (%)	3.80	3.75	0.54	2.88	5.20	0.309

Nota: Elaboración propia



También se presentan los datos frente a la composición corporal: prueba de normalidad $p > 0.05$ y descriptivos de las variables (ver tabla 2).

En la siguiente tabla (ver tabla 3) se muestran los descriptivos frente a los componentes morfológicos, se desglosa referencia a las extremidades superiores e inferiores y tronco del cuerpo, se incluye tanto el ángulo de fase de cada extremidad como en su totalidad, se determinó una normalidad $p > 0.05$.

Se determinaron los niveles de correlación de Pearson, tomando como variable dependiente el ángulo de fase total (50 Khz) y como variables independientes o explicativas los componentes morfológicos (ver tabla 4). Todas se determinaron bajo un nivel de confianza de * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$ $p > 0.05$. Se encuentra una correlación mas fuerte frente al componente muscular total, sin embargo, cuando se enfrente al componente segmentado esta correlación tiende a disminuir evidenciando mas fuerza cuando se habla de la totalidad muscular y no segmentada.

Se aplico una regresión lineal, entre el ángulo de fase y el componente de masa musculo esquelética, busca una mayor explicación frente a estas dos variables (ver tabla 5), efectivamente su resultado R y de R^2 , confirman esa fuerte relación y explicación de las variables, trabajando con una $P < .001$ de significancia.

DISCUSIÓN

Los resultados del IMC, perímetro de cintura e Índice Cintura Talla, están dentro del rango de normalidad, lo cual indica que los sujetos desde el componente biológico no presentan riesgo de enfermedad metabólica o cardiovascular, se deja claro que no se evalúa el nivel de actividad física o tiempo sedente como inactivo físicamente.

Dentro del componente de porcentaje de grasa frente al comparativo de porcentaje muscular, presenta una diferencia muy elevada. Se encuentra una diferencia entre las extremidades superiores con un mayor volumen muscular para el brazo derecho, mostrándolo como dominante. En tren inferior se encuentra la misma información, una dominancia de la pierna derecha frente a la pierna izquierda. En concordancia con los estudios de Santiago et al., (2022), se evidencia que la relación entre un índice de AF relativamente bajo, es proporcional con el porcentaje musculo esquelético reducido, esto permite utilizar el AF como herramienta útil para determinar desde edades tem-

pranas riesgos patológicos asociados a el déficit muscular, relacionados a la función y calidad del musculo, como la sarcopenia.

Un metaanálisis reportado por Di Vincenzo et al. (2021), tuvo como objetivo reportar esa relación existente entre e AF y la sarcopenia, encontrando que una disminución de AF esta relacionada con pacientes con sarcopenia, y que la prevalencia de sarcopenia aumenta cuando el AF tiende a disminuir. Lo anterior puede confirmar frente a los resultados encontrados que en la población de estudio la presencia de sarcopenia en este momento no se encuentra reportada.

Frente a la relación del AF y el componente de la aptitud aeróbica el metaanálisis reportado por Martins et al., (2022), se encuentra una relación directa frente a este comportamiento de la misma forma que se reporta su relación con la masa muscular, se evidencia entonces que, si se encuentra una directa entre el AF y el componente muscular, también se tendrá en cuenta esa posible relación fuerte con su componente aeróbico, a pesar que en este estudio no se tuvo en cuenta la variable aeróbica, basados en la evidencia podríamos decir que existe una buena base de la aptitud aeróbica dentro de lo saludable y fuera de riesgo.

CONCLUSIONES

En este estudio se buscó encontrar la relación existente entre el AF, con los componentes de fuerza potencia de tren inferior y la composición corporal por impedancia. Después de evaluar a 57 sujetos, se concluye que el AF resultó ser un instrumento válido para identificar la correlación directa entre el AF y la masa muscular en la población de estudio, reafirmado anteriores reportes planteados por otros autores. Frente al desempeño de la fuerza potencia, no se pudo evidenciar una relación significativa con el AF, que pudiera demostrar si esa masa muscular activa o en función si podría ser un factor de detección de riesgo.

Frente a los otros biomarcadores morfológicos, no se encontraron correlaciones fuertes, al contrario, todas evidencian unas correlaciones de rangos medios o débiles. Un factor importante a tener en cuenta en futuras investigaciones es determinar las condiciones sociodemográficas y el nivel de actividad física de los sujetos y se recomienda ampliar la población e incluir una variable funcional diferente al salto a pie junto, buscando poder evidenciar esa relación entre musculo activo y el AF.

Tabla 3

Descriptivos y prueba de normalidad para el componente morfológico de extremidades, tronco y ángulos de fase.

	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo	$p=<0,05$
Musculo Brazo Derecho (kg)	3.03	2.94	0.54	1.93	4.59	0.341
Musculo Brazo Izquierdo (kg)	2.99	2.91	0.55	1.89	4.61	0.366
Musculo Tronco (kg)	24.8	24.10	3.87	17.90	37.40	0.013
Musculo Pierna Derecha (kg)	8.84	8.67	1.27	6.23	11.15	0.144
Musculo Pierna Izquierda (kg)	8.75	8.61	1.26	6.19	11.26	0.451
	Media	Mediana	SD	Mínimo	Máximo	$p=<0,05$
Angulo de Fase Total (50 khz)	6.70	6.70	0.52	5.00	7.70	0.281
Angulo de Fase Brazo Derecho	6.23	6.30	0.48	5.00	7.30	0.861
Angulo de Fase Brazo Izquierdo	6.06	6.10	0.52	4.50	7.10	0.009
Angulo de Fase Tronco	8.09	8.10	0.96	5.00	10.4	0.364
Angulo de Fase Pierna Derecha	7.13	7.10	0.77	5.00	9.00	0.934
Angulo de Fase Pierna Izquierda	7.04	7.10	0.73	5.30	8.70	0.977
Salto a Pies Juntos (cm)	188.6	192	40.6	100	254	0.121

Nota: Elaboración propia

Tabla 4

Correlación de pearson angulo de fase, componente morfológico.

		Masa	Mineral Óseo	Masa	Mineral Óseo
		Muscular(kg)	(kg)	Muscular (%)	(%)
Angulo de Fase	R	0.50 ***	0.41 **	0.60 ***	0.42 **
	p-value	< .001	0.002	< .001	0.001
Total (50 khz)		Músculo Brazo Derecho (kg)	Musculo Brazo Izquierdo (kg)	Musculo Tronco (kg)	Musculo Pierna Derecha (kg)
					Musculo Pierna Izquierda (kg)
Angulo de Fase	R	0.43 ***	0.43 ***	0.41 ***	0.33 *
	p-value	< .001	< .001	0.001	0.013

Nota: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Elaboración propia.



Tabla 5
Regresión lineal entre el ángulo de fase y la masa músculo esquelética.

Modelo		
Model	R	R ²
1	0.60	0.36

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Masa	Musculo	5.53	1	5.53	30.77	< .001
	Esquelético (%)					
Residuals		9.89	55	0.18		

Modelo Coeficiente - Angulo de Fase Total (50 khz)

Predictor	Estimado	SE	t	p
Intercepto	3.26	0.62	5.24	< .001
Masa				
Musculo	0.44	0.08	5.55	< .001
Esquelético (%)				

Nota: Elaboración propia



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alkhalaf, A., Al-Naimi, F., Qassmi, R., Shi, Z., Ganji, V., Salih, R., & Bawadi, H. (2020). Visceral adiposity index is a better predictor of type 2 diabetes than body mass index in Qatari population. *Medicine (United States)*, 99(35). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000021327>
- Barbosa-Silva, M. C. G., Barros, A. J. D., Wang, J., Heymsfield, S. B., & Pierson, R. N. (2005). Bioelectrical impedance analysis: Population reference values for phase angle by age and sex. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82(1), 49–52. <https://doi.org/10.1093/ajcn.82.1.49>
- Calder, P. C., Feskens, E. J. M., Kraneveld, A. D., Plat, J., Van 't Veer, P., & De Vries, J. (2020). Towards “improved Standards in the Science of Nutrition” through the Establishment of Federation of European Nutrition Societies Working Groups. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 76(1), 2–5. <https://doi.org/10.1159/000506325>
- Di Vincenzo, O., Marra, M., Di Gregorio, A., Pasanisi, F., & Scalfi, L. (2021). Bioelectrical impedance analysis (BIA) -derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 40(5), 3052–3061. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2020.10.048>
- García Almeida, J. M., García García, C., Bellido Castañeda, V., & Bellido Guerrero, D. (2018). Nuevo enfoque de la nutrición. Valoración del estado nutricional del paciente: función y composición corporal. *Nutrición Hospitalaria*, 35(3), 1–14. <https://doi.org/10.20960/nh.2027>
- Garlini, L. M., Alves, F. D., Ceretta, L. B., Perry, I. S., Souza, G. C., & Clausell, N. O. (2019). Phase angle and mortality: a systematic review. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(4), 495–508. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1>
- Glewwe, P., & King, E. M. (2001). The impact of early childhood nutritional status on cognitive development: Does the timing of malnutrition matter? *World Bank Economic Review*, 15(1), 81–113. <https://doi.org/10.1093/wber/15.1.81>
- Gulhane, H., Saldanha, N., Parekh, I., Wali, M., Virani, Z., Rajput, P., & Shah, B. (2018). Bioelectrical impedance analysis for assessing dry weight of dialysis patients using InBody S10. *Journal of Renal Nutrition and Metabolism*, 4(4), 117. https://doi.org/10.4103/jrn.jrn_31_19
- Hernández-Lalinde J., Espinoza, C. F., Rodríguez, J. E., Chacón, R. J. G., Toloza, S. C. A., Arenas, T. M. K., Carrillo, S. S. M., & Bermúdez, P. V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson. Definición, Propiedades y Suposiciones. *Venezuela.*, 37(5), 586–601. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=559/55963207025/55963207025.pdf>
- Martins, P. C., de Lima, T. R., Silva, A. M., & Santos Silva, D. A. (2022). Association of phase angle with muscle strength and aerobic fitness in different populations: A systematic review. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 93, 111489. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111489>
- Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E., & Ziegelmann, P. K. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1411–1417. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
- Moraes, A. B., Chebbi, B., Tremblay, L., & Thorpe, M. (2021). Description of the algorithms for testing the horizontal jump in a computerized testing system of gross motor skills. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering Manuscript ID TCSME-2021-0069.R1 Manuscript*.
- Morlino, D., Cioffi, I., Marra, M., Di Vincenzo, O., Scalfi, L., & Pasanisi, F. (2022). Bioelectrical Phase Angle in Patients with Breast Cancer: A Systematic Review. *Cancers*, 14(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/cancers14082002>
- Mugeb, A. (2020). Renal Blood Monitoring System Using Bio- impedance Measurement : Pilot Study. *Radioelectronics and Information Technology*, 22(Ural Symposium on Biomedical Engineering), 665–2022.
- Mundstock, E., Amaral, M. A., Baptista, R. R., Sarria, E. E., dos Santos, R. R. G., Filho, A. D., Rodrigues, C. A. S., Forte, G. C., Castro, L., Padoin, A. V., Stein, R., Perez, L. M., Ziegelmann, P. K., & Mattiello, R. (2019). Association between phase angle from bioelectrical impedance analysis and level of physical activity: Systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition*, 38(4), 1504–1510. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.031>
- Navarro, J. D., & Foxcroft, D. R. (2019). Learning statistics with jamovi: A tutorial for psychology students and other beginners (Version 0.70). In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Nuestra Universidad. (2014). *Panorama. Cuba y Salud*, 9(2), 49–50.
- Núñez, M., Bonadies, M. E., & Ponteville, C. (2020). Análisis de las prácticas asociadas a los conceptos del modelo de Regresión Lineal Simple. In *XLVIII Coloquio Argentino de Estadística* (pp. 4–5).
- Osuna-Padilla, I. A., Salazar Arenas, M. de los A., Rodríguez-Moguel, N. C., Aguilar-Vargas, A., Montano Rivas, J. A., & Ávila-Ríos, S. (2022). Phase angle as



- predictor of malnutrition in people living with HIV/AIDS. *Nutrition in Clinical Practice*, 37(1), 146–152. <https://doi.org/10.1002/ncp.10744>
- Player, E. L., Morris, P., Thomas, T., Chan, W. Y., Vyas, R., Dutton, J., Tang, J., Alexandre, L., & Forbes, A. (2019). Bioelectrical impedance analysis (BIA)-derived phase angle (PA) is a practical aid to nutritional assessment in hospital in-patients. *Clinical Nutrition*, 38(4), 1700–1706. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.08.003>
- Price, K. L., & Earthman, C. P. (2019). Update on body composition tools in clinical settings: computed tomography, ultrasound, and bioimpedance applications for assessment and monitoring. *European Journal of Clinical Nutrition*, 73(2), 187–193. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0360-2>
- Rahim, M. A. A., Lee, E. L. Y., Malek, N. F. A., Suwankhong, D., & Nadzalan, A. M. (2020). Relationship between physical fitness and long jump performance. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(4), 1795–1797.
- Rob, C. (2014). Changes in vertical and horizontal jump performance following prolonged exercise (Vol. 1) [Cardiff Metropolitan University]. <http://www.springer.com/series/15440%0Apapers://ae99785b-2213-416d-aa7e-3a12880cc9b9/Paper/p18311>
- Santiago, L. B., Roriz, A. K. C., de Oliveira, C. C., de Oliveira, T. M., da Conceição-Machado, M. E. P., & Ramos, L. B. (2022). Phase angle as a screening method for sarcopenia in community-dwelling older adults. *Revista de Nutricao*, 35, 1–8. <https://doi.org/10.1590/1678-9865202235200243>
- Saunders, J., & Smith, T. (2010). Malnutrition: Causes and consequences. *Clinical Medicine, Journal of the Royal College of Physicians of London*, 10(6), 624–627. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.10-6-624>
- Sepúlveda Cáceres, X., Méndez Cornejo, J., Duarte Farfán, C., Herrera, M., Gómez-Campos, R., Lazari, E., & Cossio-Bolaños, M. (2018). Relación entre adiposidad corporal y salto horizontal en niños y adolescentes escolares. *Revista Chilena de Pediatría*, 89(ahead), 0–0. <https://doi.org/10.4067/s0370-41062018005001003>
- Stewart, R. J., & Reider, B. (2016). The Ethics of Sports Medicine Research. *Clinics in Sports Medicine*, 35(2), 303–314. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2015.10.009>
- Wells, J. C. K. (2019). Using Body Composition Assessment to Evaluate the Double Burden of Malnutrition. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 75(2), 103–108. <https://doi.org/10.1159/000503666>
- Yu, J. M., Yang, M., Xu, H. X., Li, W., Fu, Z. M., Lin, Y., Shi, Y. Y., Song, C. H., Shi, H. P., & Guo, Z. Q. (2019). Association Between Serum C-Reactive Protein Concentration and Nutritional Status of Malignant Tumor Patients. *Nutrition and Cancer*, 71(2), 240–245. <https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1524019>
- Zayas Somoza, E., Manuel Piti Fajardo, Zayas Somoza, E., Fundora Álvarez, V., & Santana Porbén, S. (2018). Sobre Las Interrelaciones Entre La Sarcopenia, El Envejecimiento Y La Nutrición. *Revista Cubana de Alimentación y Nutrición*, 28, 152–176.

NOTAS

¹Tecnólogo en entrenamiento Deportivo – Investigador experto. Sena Centro de Formación Actividad Física y Cultura - email: sjhernandez09@misena.edu.co - Orcid: <https://0000-0003-4582-7645>

²Profesional en Cultura Física y Deporte. Magister en ciencias y tecnologías del deporte, Instructor SENNOVA. Centro de Formación Actividad Física y Cul-tura - email leorodriguezp@sena.edu.co - Orcid: <https://0000-0003-2743-7168>

³Tecnologa en Actividad física Sena Centro de Formación Actividad Física y Cultura. email: simeisierra@gmail.com - Orcid: <https://0000-0002-8626-1521>

Corto

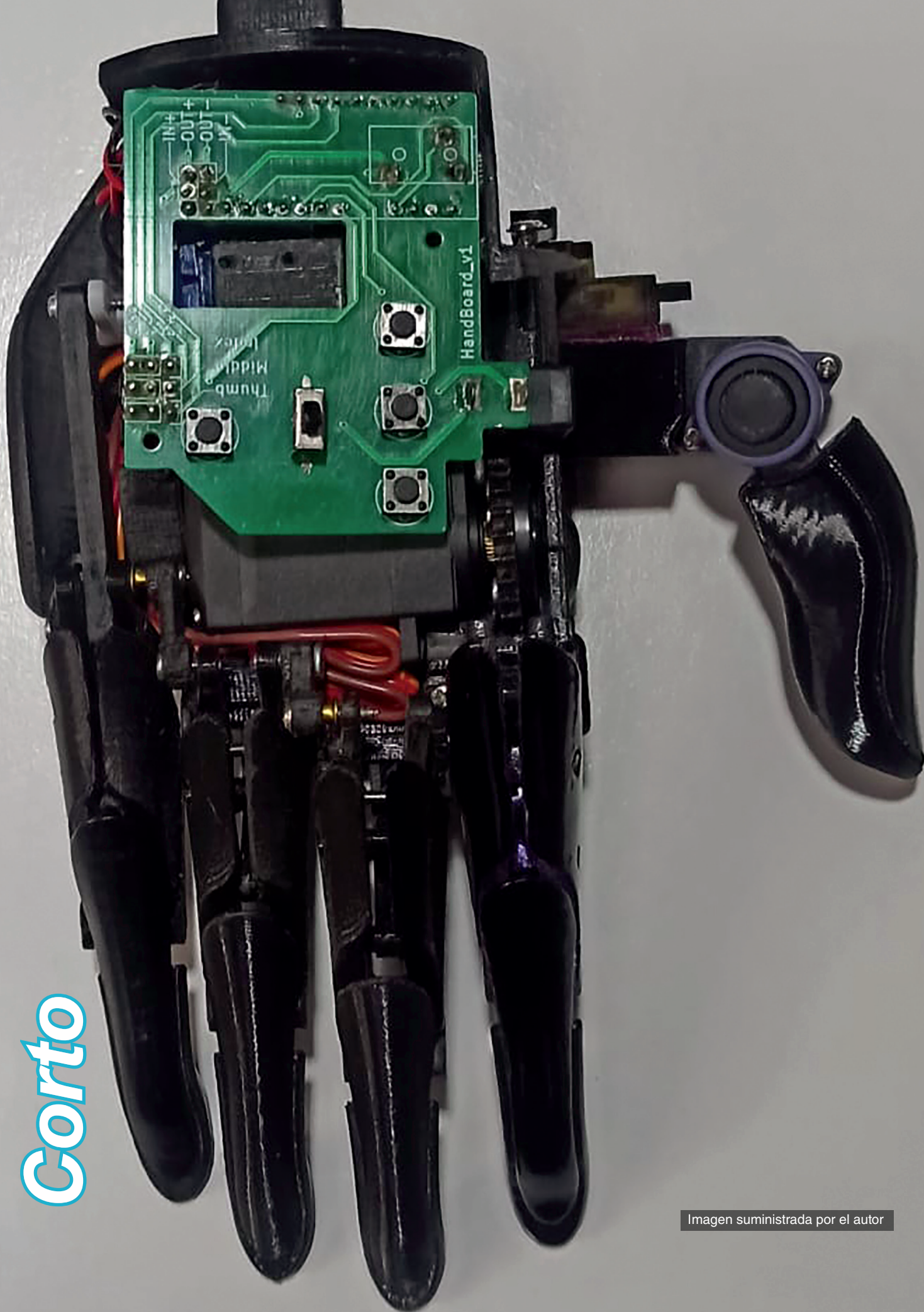


Imagen suministrada por el autor

DESARROLLO DE PRÓTESIS INFANTIL CON TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN ADITIVA PARA AMPUTACIONES TRANSRADIALES

DEVELOPMENT OF CHILDREN'S PROSTHESIS WITH ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY FOR TRANSRADIAL AMPUTATIONS.

David Eduardo Leon ¹
Carlos Alberto Castillo Daza ²

³Alejandro Alonso Castrillón

RESUMEN

Una extremidad indispensable en la vida del ser humano es, sin lugar a duda, la mano, la pérdida de esta extremidad, o el nacer sin las mismas resulta en una situación limitante físicamente y traumática mentalmente. **Objetivo:** desarrollar un prototipo de mano biónica impresa en 3D para niños amputados. **Método:** se utilizó una metodología de desarrollo de sistemas ágiles, "Scrum", con la finalidad de dividir las tareas en varias etapas propuestas por este método con el fin de obtener un prototipo de calidad la cual estuviera documentada. **Resultados:** se modeló, imprimió, ensambló, programó, evaluó, y documentó el prototipo propuesto. **Conclusiones:** una vez construido el modelo protésico es posible manifestar que proporciona una suplencia modesta, sin embargo, aún no supe la totalidad de las capacidades biofísicas y biomecánicas de una extremidad superior tan compleja como la mano humana, por ello se recomienda en futuros proyectos el rediseño de este modelo con la finalidad de aumentar el rendimiento autónomo mediante naturalidad del movimiento de manera general.

Palabras Clave:

Programación, Arduino, Diseño 3D, Biomédica, Electromiografía, Prótesis.

ABSTRACT

An indispensable limb in human life is undoubtedly the hand. Losing this limb or being born without it results in a physically limiting and mentally traumatic situation. **Objective:** to develop a 3D-printed transradial bionic hand prototype for amputated children. **Method:** An agile systems development methodology, "Scrum," was used to divide tasks into several stages proposed by this method to obtain a quality prototype that was thoroughly documented. **Results:** the proposed prototype was modeled, printed, assembled, programmed, evaluated, and documented. **Conclusions:** Once the prosthetic model is constructed, it can be stated that it provides modest supplementation. However, it still falls short of replacing the full bio-physical and biomechanical capabilities of such a complex upper limb as the human hand. Therefore, it is recommended in future projects to redesign this model to enhance autonomous performance by enhancing the naturalness of movement in general.

Keywords:

Programming, Arduino, 3D Design, Biomedical, Electromyography, Prosthesis

INTRODUCCIÓN

Las manos representan una parte esencial en la funcionalidad humana, siendo cruciales en las actividades diarias en todas las etapas de la vida. La pérdida de una o ambas manos resulta traumática emocional y físicamente limitante. Compuestas por diecinueve huesos y 14 articulaciones para lograr una movilidad estable y única, la mano es un órgano elemental ubicado distalmente en los miembros superiores (Brito et al., 2020).

El avance en la automatización y la biotecnología ha permitido el desarrollo de dispositivos de miembros superiores que recuperan más del 50% de la funcionalidad biomecánica en pacientes con amputaciones, generando un impacto positivo tanto a nivel psicológico al reducir las limitaciones físicas como en la disminución de la estigmatización social (Loaiza & Arzola, 2011).

Aunque las prótesis biónicas han permitido a los pacientes recuperar ciertas acciones biomecánicas necesarias para una vida normal, aún enfrentan restricciones debido a la tecnología existente, la cual no logra replicar completamente las características de una extremidad biológica (Páez Chingal & Gaviria López, 2017).

El desafío global de resolver esta disfuncionalidad biológica ha llevado a investigadores a desarrollar prótesis que aborden esta necesidad. A pesar de la diversidad en el mercado de prótesis, desde las estéticas hasta las avanzadas, que brindan mayor libertad de movilidad, su control sigue siendo complejo (Altamirano-Altamirano et al., 2013).

El sistema de salud colombiano, a través del Plan Obligatorio de Salud (POS), no contempla la entrega de manos robóticas a amputados, lo que genera la necesidad de guiar el diseño, impresión y codificación de un modelo base que reduzca la discapacidad física en niños afectados. Este proyecto propone desarrollar un prototipo de prótesis impreso en 3D para niños con amputación transradial (Alvarez Sánchez & Gregorio Falfán, 2019).

Objetivo general

Desarrollar un prototipo de prótesis impreso en 3D para niños con amputación transradial.

Objetivos específicos

1. Determinar los elementos necesarios para construir una prótesis biónica de bajo costo.
2. Probar la prótesis construida y registrar el proceso para que sea una guía detallada como base en futuras investigaciones
3. Desarrollar el software en el lenguaje Arduino, el cual permitirá definir la emulación biomecánica de los movimientos de la prótesis.

Este proyecto busca desarrollar e implementar un prototipo base de mano biónica transradial de código abierto, utilizando materiales disponibles en el país para la impresión 3D. El objetivo es que este prototipo sea accesible y de bajo costo, ofreciendo una alternativa viable dada la falta de cobertura en el sistema de salud y la limitación de recursos para adquirir prótesis de manera individual (Cruz-Rodríguez & Sánchez-Machet, 2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ácido poliláctico (PLA). El uso del Ácido poliláctico (PLA) como material para la estructura de las prótesis se basa en su versatilidad y accesibilidad. El PLA es un polímero biodegradable derivado de fuentes renovables como el maíz o el trigo, lo que lo hace ambientalmente sostenible. Su elección

se fundamenta en su capacidad para ser fácilmente moldeado mediante impresión 3D, lo que permite la creación de diseños personalizados y adaptados a las necesidades anatómicas individuales. Sin embargo, es importante resaltar su fragilidad a temperaturas elevadas, lo que limita su aplicación en entornos de alta temperatura (Serrezuela et al., 2018b).

Servomotores MG995 y MG90s Los servomotores MG995 y MG90s han sido cuidadosamente seleccionados debido a su capacidad para generar movimientos precisos y controlados en los dedos de la prótesis. El MG995 ofrece un torque más alto, ideal para movimientos más exigentes, como el del dedo índice, mientras que el MG90s, con su tamaño compacto y menor torque, es óptimo para movimientos más delicados, como los de los dedos medio, anular y meñique. Esta combinación estratégica de servomotores permite una funcionalidad equilibrada y adaptable a diferentes acciones manuales (Andrés F. García G., 2016).

Sensor electromiográfico AD8232 El sensor electromiográfico AD8232 ha sido seleccionado por su capacidad para captar señales musculares de manera precisa y fiable. Su diseño ofrece una lectura de señal limpia y estable, que lo convierte en un componente fundamental para detectar la actividad muscular y convertirla en señales interpretables por el microcontrolador. Además, su bajo costo lo hace accesible para la implementación en dispositivos de bajo presupuesto. Es esencial resaltar que este sensor requiere dos baterías de 9V para su alimentación, lo que asegura su correcto funcionamiento (Regalado et al., 2018).

Placa Arduino Micro La elección de la placa Arduino Micro se basa en su potencia de procesamiento y su capacidad para interactuar eficientemente con los diversos componentes de la prótesis. Esta placa ofrece una amplia gama de puertos de entrada y salida, lo que permite la conexión y control de sensores, actuadores y otros dispositivos periféricos de manera eficaz. Su versatilidad y su compatibilidad con lenguajes de programación de código abierto, como Arduino, facilitan la programación y la adaptación del sistema a las necesidades específicas del usuario final (Alberto Aguilar Lazcano et al., 2015).

La elección de una batería de litio de alta capacidad, específicamente una de 5800 mAh, se fundamenta en la necesidad de suministrar una energía duradera y estable para el funcionamiento continuo de la prótesis. La capacidad de esta batería permite una mayor autonomía de uso, reduciendo la frecuencia de recargas y proporcionando una experiencia más conveniente para el usuario final (Sánchez-Pérez et al., 2019).

Para abordar las fluctuaciones en el consumo de energía, especialmente durante la operación de los motores, se in-



tegró un reductor de voltaje DC-DC. Este componente es crucial para mantener la estabilidad en la alimentación eléctrica, ya que regula eficazmente el voltaje suministrado a los distintos componentes del sistema, evitando picos o caídas bruscas que podrían afectar el rendimiento de la prótesis y garantizando así su funcionamiento seguro y consistente (Niño Vega, Martínez Díaz, et al., 2017).

El uso de software especializado desempeña un papel esencial en el diseño y el control de la prótesis. Ultimaker Cura se destaca como una herramienta de preparación de modelos 3D altamente confiable y versátil. Esta plataforma permite la optimización de los diseños tridimensionales para su impresión en 3D, asegurando una precisión y calidad en la producción de las piezas protésicas. Su compatibilidad con la impresora utilizada, en este caso la “Ender 3”, garantiza la congruencia entre el diseño virtual y su materialización física (Perdomo Fernández & Gaviria López, 2022).

Por otro lado, el ambiente de programación Arduino IDE se convierte en el núcleo de control para la prótesis cibernética. Este entorno ofrece herramientas de desarrollo amigables que facilitan la escritura, compilación, y carga del código necesario para el funcionamiento de la prótesis. La elección de este ambiente se respalda en su accesibilidad y la amplia comunidad de usuarios, lo que facilita el intercambio de conocimientos, el desarrollo colaborativo y la implementación de soluciones eficientes y personalizadas para el control preciso de los actuadores, sensores y demás componentes de la prótesis (Quinayás-Burgos & Gaviria-López, 2015).

La metodología SCRUM se implementó como un enfoque ágil para la gestión del proyecto. Esta metodología se basa en la flexibilidad y la iteración continua a lo largo del proceso de desarrollo. La aplicación de SCRUM permitió la organización y el manejo eficiente de las tareas, dividiéndolas en etapas definidas, como la planificación, instalación de software, programación, ensamblaje y pruebas. El enfoque en sprints cortos e iterativos facilitó la adaptación a los cambios y la resolución proactiva de problemas, lo que optimizó el tiempo y los recursos empleados en el proyecto (Bernal & Medellín, 2016).

Un aspecto destacado en el proceso de ensamblaje fue la integración de los dedos medio, anular y meñique para funcionar como una única pieza controlada por un servomotor. Esta estrategia de ensamblaje codependiente se diseñó para optimizar la eficiencia del movimiento coordinado de estos dedos, permitiendo acciones complejas y naturales al actuar en conjunto, simulando así la funcionalidad de la mano humana (Gómez Rendón et al., 2021).

Se llevó a cabo el diseño de un circuito impreso (PCB) para conectar de manera eficiente el sensor, el controlador y los actuadores. Este circuito no solo facilitó la interconexión en-

tre los componentes clave de la prótesis, sino que también proporcionó la capacidad de configuración a través de botones integrados. Además, se reservó espacio para alojar el sensor electromiográfico, garantizando así una disposición compacta y funcional del sistema electrónico (Hoyos-Gutiérrez et al., 2014).

Esta combinación cuidadosamente seleccionada de materiales y componentes tecnológicos demuestra una consideración meticulosa hacia la funcionalidad, la accesibilidad y la eficiencia en el diseño de las prótesis, lo que contribuye significativamente a su viabilidad y utilidad en aplicaciones prácticas (Niño Vega, Martínez Díaz, et al., 2017).

La combinación de una robusta fuente de alimentación y software especializado demuestra la preocupación por garantizar tanto la estabilidad operativa como la eficacia funcional de la prótesis cibernética, asegurando un diseño integral que se traduce en un desempeño confiable y seguro para el usuario final (BBC MUNDO, 2015).

La implementación de estas técnicas y procedimientos permitió un desarrollo estructurado, modular y coordinado de la prótesis biónica. Desde la gestión ágil del proyecto hasta la integración física y electrónica de los componentes, cada etapa se enfocó en optimizar la funcionalidad, la eficiencia y la adaptabilidad del dispositivo, asegurando un diseño integral que se alinea con los objetivos del proyecto.

La consideración de la seguridad fue un principio fundamental en el diseño y desarrollo del prototipo de la prótesis cibernética. Se priorizó la estabilidad y seguridad en la alimentación del dispositivo para prevenir posibles riesgos de daños tanto para el usuario como para el sistema en sí. La elección de la batería de litio de alta capacidad se realizó con el propósito de asegurar una alimentación estable y duradera, mientras que el reductor de voltaje DC-DC se integró para estabilizar la alimentación y evitar fluctuaciones que podrían comprometer la integridad del sistema. Estas consideraciones éticas enfocadas en la seguridad reflejan el compromiso con el bienestar y la integridad del usuario final, asegurando un funcionamiento confiable y seguro del dispositivo (Suardíaz Muro et al., 2020).

Se desarrolló un código específico en el entorno de programación Arduino IDE para procesar los datos provenientes del sensor electromiográfico y controlar los servomotores el cual podrá encontrar en el repositorio <https://github.com/eduardoleon9010/Hackberry-hand?search=1>. Este código es esencial para la funcionalidad de la prótesis, ya que interpreta las señales electromiográficas, detecta la actividad muscular y traduce esta información en movimientos precisos de los dedos de la prótesis. El desarrollo y optimización de este código fueron fundamentales para asegurar una

respuesta fluida y natural de la prótesis en función de las señales musculares del usuario (González et al., 2021).

Estos procedimientos éticos y de análisis reflejan el compromiso no solo con la funcionalidad y el rendimiento del dispositivo, sino también con la seguridad y el bienestar del usuario final. La atención meticulosa a la seguridad, así como la implementación de técnicas de análisis estadístico y de control, contribuyen a un diseño integral y éticamente responsable de la prótesis (Mena et al., 2014).

El proceso de montaje implica la disposición estratégica y segura de los componentes electrónicos, principalmente el circuito impreso, dentro de la estructura de la prótesis. Este circuito está cuidadosamente diseñado para conectar los elementos clave como el sensor, el controlador y los actuadores, se posiciona de manera que se ajuste ergonómicamente dentro de la prótesis, garantizando su funcionalidad sin comprometer la comodidad del usuario. Además, se considera la colocación de las baterías en el antebrazo para asegurar un equilibrio adecuado del peso y una distribución cómoda para el usuario, al mismo tiempo que se garantiza la estabilidad y la seguridad en el suministro de energía para el prototipo (Pinto-León et al., 2020).

El uso práctico de la prótesis involucra la colocación estratégica de electrodos para captar las señales electromiográficas que permiten el control de la prótesis. Estos electrodos se posicionan en áreas específicas del cuerpo, como el bíceps o el antebrazo contrario al que lleva la prótesis, para detectar la actividad muscular y traducirla en señales interpretables por el sistema. Esta disposición precisa de los electrodos es esencial para garantizar una lectura clara y consistente de las señales musculares, lo que a su vez se traduce en una respuesta precisa y controlada de la prótesis a los movimientos intencionales del usuario (Wulandari, 2013).

Estos procesos de montaje y uso práctico no solo se centran en la integración efectiva de componentes electrónicos y la disposición ergonómica de la prótesis, sino que también consideran la experiencia del usuario final. La disposición cuidadosa de los componentes electrónicos y la colocación estratégica de los electrodos garantizan, no solo la funcionalidad técnica del dispositivo, sino también la comodidad y la eficiencia en el uso diario de la prótesis (Armas et al., 2017).

RESULTADOS

El desarrollo de prótesis biónicas ha experimentado avances significativos en los últimos años, sin embargo, el acceso a estas soluciones sigue siendo limitado para muchos individuos debido a sus altos costos. El estudio actual se

enfoca en abordar esta limitación mediante la exploración de prótesis biónicas de bajo costo. Esta aproximación se alinea con la creciente demanda de alternativas asequibles en el campo de las prótesis, especialmente en contextos donde el acceso a extremidades protésicas es restringido para ciertos sectores de la población.

Las categorías principales de esta investigación incluyen:

1. **Diseño y Ensamblaje:** Se detalla el proceso de ensamblaje de las piezas impresas y programadas del prototipo, desde la instalación de la batería hasta la conexión del sistema receptor de EMG.
2. **Integración Hardware-Software:** Destaca la interconexión entre la placa Arduino Mega y el software de Arduino para la realización de movimientos de la mano biónica.

La utilización de materiales accesibles y tecnologías de código abierto representa un cambio significativo en la forma en que se diseñan y desarrollan estas prótesis. Esta estrategia no solo reduce los costos de producción, sino que también abre la posibilidad de personalización y adaptación a las necesidades individuales de los usuarios.

Este enfoque innovador no solo se centra en la viabilidad técnica de las prótesis, sino que también busca abordar la accesibilidad económica y la funcionalidad práctica. Al ofrecer soluciones más asequibles y flexibles, se espera ampliar el acceso a las prótesis para aquellos que de otra manera no podrían beneficiarse de estas tecnologías, mejorando así su calidad de vida y funcionalidad.

Nuestra iniciativa no solo se enfoca en el diseño de prótesis, sino que también se compromete con la comunidad y el impacto social. A través de programas de donación y colaboraciones con instituciones educativas, buscamos ampliar el acceso a estas tecnologías para niños en comunidades con recursos limitados.

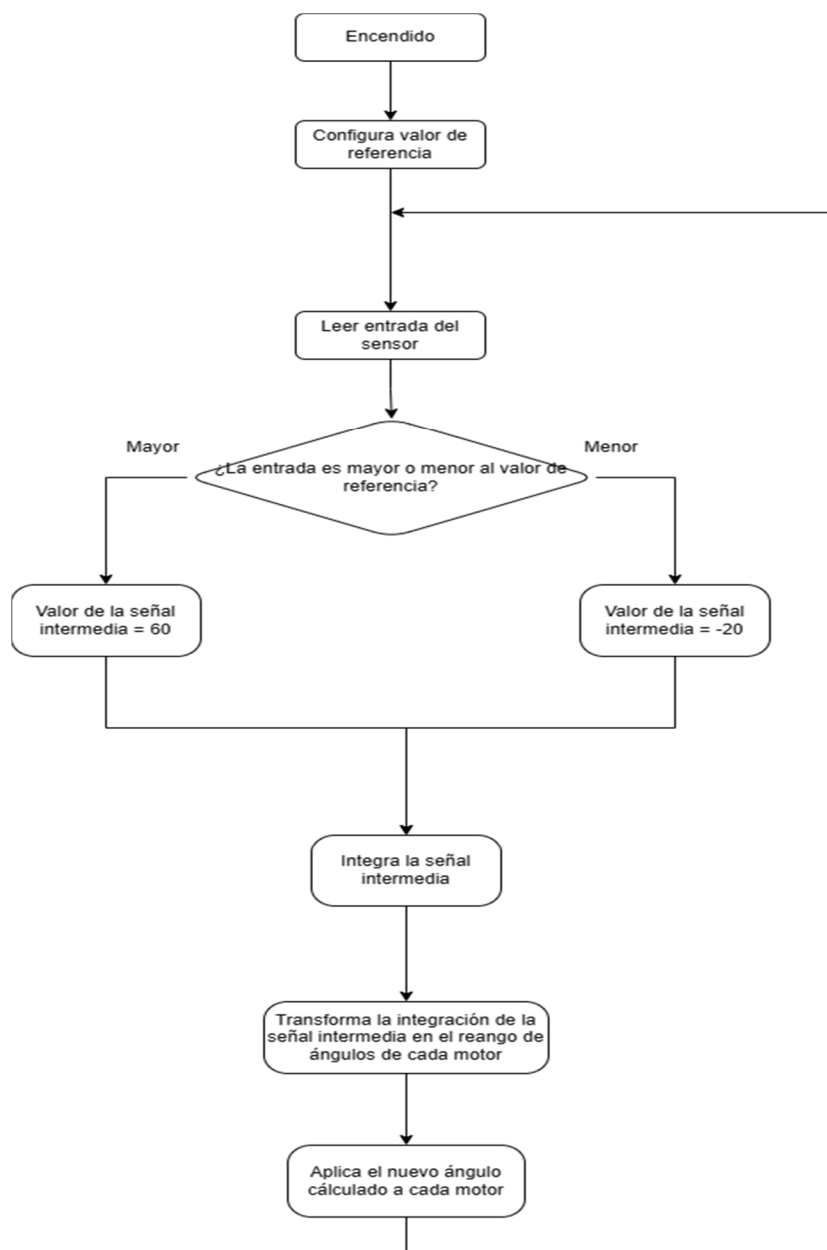
Al incorporar estos aspectos, no solo mejoramos la accesibilidad económica y la funcionalidad práctica de las prótesis, sino que también abordamos la importancia de la autoestima, la inclusión y el empoderamiento de estos niños, mejorando significativamente su calidad de vida y facilitando su participación en diversas actividades cotidianas.

El desarrollo de prótesis de bajo costo representa un paso importante hacia la democratización de la tecnología protésica, abriendo nuevas posibilidades para una mayor inclusión y bienestar de las personas con discapacidades físicas.

Las figuras de la 1 a 3, muestran el proceso detallado de ensamblaje y conexión de los componentes clave del prototipo. Estas ilustraciones facilitan la comprensión visual del

montaje de las piezas, la conexión de la batería, la integración del receptor EMG y la preparación para las pruebas cinéticas.

Figura 1.
Diagrama de flujo del código para controlar el prototipo.



Nota: Elaboración propia

DISCUSIÓN

El prototipo desarrollado se presenta como un avance prometedor en el campo de las prótesis biónicas. La integración exitosa entre hardware y software ha permitido la ejecución de movimientos precisos de la mano biónica, controlados por señales electromiográficas captadas desde el moñón del paciente (Diego N. Cuesta C., 2015).

El proceso detallado de ensamblaje y conexión de componentes descrito aquí proporciona una guía clara para la implementación de este tipo de prótesis. Además, la capacidad de manipular objetos de hasta 5 kilogramos de peso, demuestra la robustez y la funcionalidad del prototipo (Freire et al., 2014).

El uso de la tecnología piezoeléctrica para activar los movimientos de la mano biónica resalta la importancia de la respuesta rápida y precisa a los estímulos, mostrando un potencial significativo para mejorar la calidad de vida de individuos con amputaciones de extremidades superiores (Serrezuela et al., 2018a).

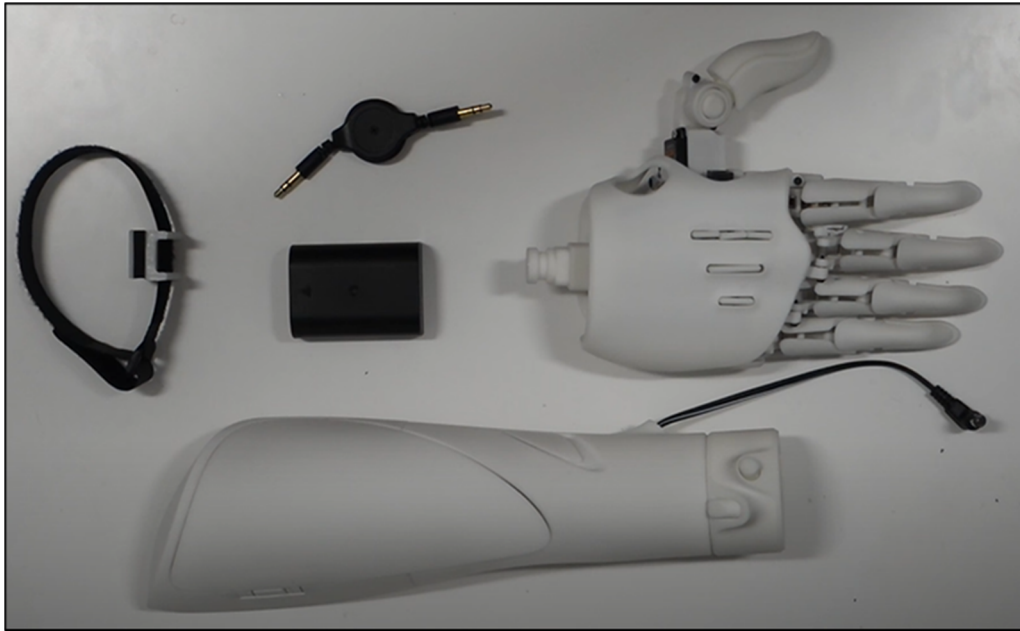
En conjunto, estos resultados respaldan la factibilidad y efectividad del prototipo desarrollado, sentando las bases para investigaciones futuras que puedan mejorar aún más la funcionalidad y la integración de prótesis biónicas con sistemas biomédicos más complejos (Muro et al., 2021).

CONCLUSIONES

El desarrollo y validación del prototipo de mano biónica presenta un avance significativo en la integración de hardware y software, permitiendo retroalimentación analógica para ejecutar movimientos mecánicos específicos, como agarres de diferentes formas. Sin embargo, este modelo se encuentra actualmente como una solución modesta y distante de replicar completamente las capacidades biofísicas y biomecánicas de una mano humana. Al analizar críticamente los elementos desarrollados en este estudio, se destaca la importancia de continuar mejorando el rendimiento funcional de este tipo de prótesis. Aunque se

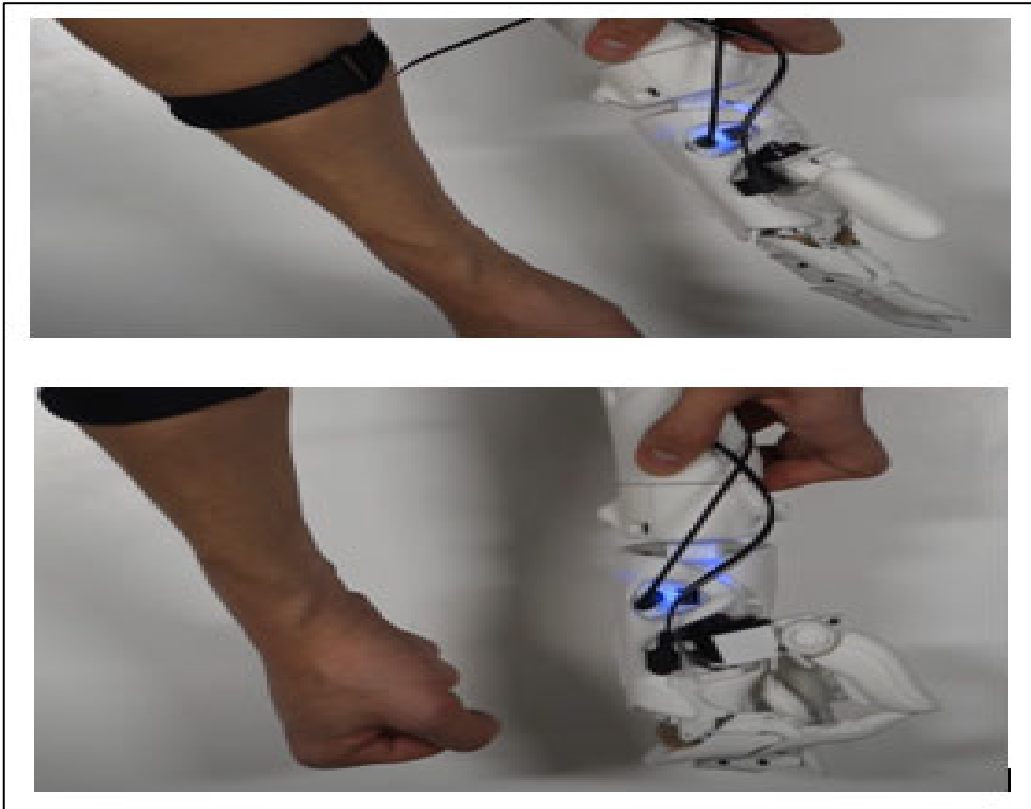
ha alcanzado un hito al lograr la interconexión entre hardware y software para la ejecución de movimientos como flexión de los falanges en diferentes grados como distal dado que puede flexionar de la parte más distal a la punta de los fa-

Figura 2.
Piezas finales del prototipo.



Nota: Elaboración propia

Figura 3.
Funcionamiento del prototipo



Nota: Elaboración propia



lances lo que permite agarrar objetos con mayor precisión, flexión de falanges media lo que proporciona un movimiento adicional permitiendo ajustar los falanges al agarrar objetos de diversos tamaños, flexión de falange proximal lo que implica una flexión en la base de los falanges para proporcionar mayor amplitud de movimiento y por último la extensión o capacidad de regresar a una posición neutral en la que los falanges están extendidos queda claro que existe un largo camino por recorrer para equiparar la funcionalidad de una mano biónica con la de una mano humana.

La pregunta principal que guía este estudio se enfoca en el aporte al conocimiento existente sobre las prótesis de extremidades superiores. Aunque este prototipo aún está en una etapa inicial, su desarrollo resalta la necesidad imperante de mejorar la calidad de vida de personas con discapacidades en extremidades superiores. La creación de una fundación que facilite la colaboración entre diferentes actores en campos relacionados con trastornos de extremidades superiores demuestra la voluntad de promover un verdadero bienestar para los pacientes.

Respecto a la hipótesis inicial de replicar una extremidad humana, se reconoce la complejidad del desafío. Aunque se ha avanzado significativamente en términos tecnológicos, la brecha entre la capacidad del prototipo y una mano biológica sigue siendo considerable. Este punto se relaciona con la discusión sobre los límites actuales de la ingeniería biomédica, como menciona (Loaiza & Arzola, 2011) en su trabajo sobre evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano, donde expone la dificultad de emular la complejidad y funcionalidad completa de los órganos humanos. No obstante, se destaca el potencial de este proyecto como una guía accesible y práctica para futuros desarrollos en el campo de las prótesis biónicas.

RECOMENDACIONES

Como resultado de este estudio exhaustivo sobre el desarrollo de prótesis de extremidades superiores, se desprenden recomendaciones clave que merecen especial consideración. El proyecto ha establecido una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos en este campo crucial. Se destaca la importancia de mantener y fomentar la colaboración entre instituciones de investigación, lo cual ha sido fundamental para el progreso obtenido hasta la fecha. Además, se recomienda enfocar los esfuerzos no solo en el avance tecnológico, sino también en una comprensión más profunda de las necesidades y desafíos reales de las personas con discapacidades motoras.

Una recomendación esencial que surge al concluir este estudio es la continuidad de este tipo de investigaciones para seguir mejorando la calidad de vida de las personas con

discapacidades motoras. Es fundamental mantener un enfoque integral, considerando no solo la funcionalidad de las prótesis, sino también su impacto en la vida cotidiana de los usuarios. Se sugiere encarecidamente seguir trabajando en esta dirección, priorizando la inclusión y el bienestar de aquellos que se benefician de estas innovaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alberto Aguilar Lazcano, C., Alberto Aguilar Lazcano, C., Antonio Diaz Reyes, J., Herrera Aguilar, I., & Martínez Sibaja, A. (2015). Sistema de reconocimiento de gestos utilizando señales EMG para aplicaciones de control de prótesis biónicas y exoesqueletos de mano. Instituto Tecnológico de México Campus Orizaba.
- Altamirano-Altamirano, A., Valentino-Orozco, G. A., Vera-Hernandez, A., & Leija-Salas, L. (2013). Prótesis de mano con 5 GDL usando sistemas embebidos. Pan American Health Care Exchanges, PAHCE. <https://doi.org/10.1109/PAHCE.2013.6568359>
- Alvarez Sánchez, E. J., & Gregorio Falfán, L. (2019). El impacto de la impresión 3D en la construcción de una prótesis de mano. Padi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI, 7(Especial). <https://doi.org/10.29057/icbi.v7iespecial.4167>
- Andrés F. García G., A. J. B. (2016). Prototipo de mano robótica inspirada en la mano humana. Tekhnê, 13(2).
- Armas, A. E., López, A. K., Uriarte, I., Díaz, M. A., & Barboza, N. A. (2017). Control de modelo de prótesis de mano por señal mioeléctrica. In Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica (Issue 1).
- BBC MUNDO. (2015). La mano robótica que ganó los prestigiosos premios Dyson. In Bbc Mundo.
- Bernal, M., & Medellín, H. (2016). Análisis, simulación y evaluación biomecánica de un mecanismo para prótesis de mano robótica. XXII Congreso de La SOMIM, September.
- Brito, J. L., Quinde, M. X., Cusco, D., & Calle, J. I. (2020). Revisión de las prótesis de mano. In Ingenius - Revista de ciencia y tecnología (Issue 2013).
- Cruz-Rodríguez, A. M., & Sánchez-Machet, H. (2021). Prótesis de mano controlada con señales EEG. MO-MENTO, 63. <https://doi.org/10.15446/mo.n63.96407>

- Diego N. Cuesta C., J. R. H. G. (2015). Diseño y construcción de un brazo robótico de 6 GDL. *Tekhnê*, 12(2).
- Freire, F. R., Tobar, L. M., & Chadrina, O. A. (2014). Prótesis robótica controlada mediante señales mioeléctricas. 12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology.
- Gómez Rendón, J. F., Moreno-Arango, J. D., Medina-Salcedo, J. M., Becerra-Velásquez, J., Gil-Henao, G. A., & Gil-Guerrero, M. A. (2021). Rehabilitación robótica en espasticidad de mano y muñeca. *Revista Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación*, 30(2). <https://doi.org/10.28957/rcmfr.v30n2>
- González, M. X., Brugiati, A. M., Cornejo, D. H., & Pinzón, C. I. (2021). Prototipo de mano robótica controlada mediante el procesamiento de señales cerebrales utilizando redes neuronales recurrentes. *Revista de Iniciación Científica*, 6. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v6.0.3154>
- Hoyos-Gutiérrez, J., Peña, C., Prieto, F., Cárdenas, P., & Núñez, M. (2014). Sistema de bajo costo para la programación por demostración del agarre de objetos en robótica. *Revista de Investigaciones Universidad Del Quindío*, 25(1). <https://doi.org/10.33975/riuq.vol25n1.148>
- Loaiza, J. L., & Arzola, N. (2011). Evolución y tendencias en el desarrollo de prótesis de mano evolution and trends in the development of hand prosthesis. *Dyna*, 78(169).
- Mena, A. O., Yolanda, G., Cano, V., & Tizayuca-pachuca, F. (2014). Adquisición y Procesamiento de una Señal Electromiográfica para control de una Prótesis. *Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo*, XXIX(2).
- Muro, J. S., Gomáriz, M. P., Lozoya, A. C., & Trolle, R. O. D. C. (2021). Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1).
- Niño Vega, J. A., Martínez Díaz, L. Y., & Fernández Morales, F. H. (2017). Mano robótica como alternativa para la enseñanza de conceptos de programación en arduino. *Revista colombiana de tecnologías de avanzada (RCTA)*, 2(28). <https://doi.org/10.24054/16927257.v28.n28.2016.2476>
- Niño Vega, J. A., Martínez Díaz, L. Y., Fernández Morales, F. H., Duarte, J. E., Reyes Caballero, F., & Gutierrez Barrios, G. J. (2017). Entorno de aprendizaje para la enseñanza de programación en Arduino mediado por una mano robótica didáctica. *Espacios*, 38(60).
- Páez Chingal, I., & Gaviria López, C. (2017). Prótesis subactuadas de manos humanas: una revisión. *Ingenium Revista de La Facultad de Ingeniería*, 18(35).
- Perdomo Fernández, P. A., & Gaviria López, C. A. (2022). Método para evaluación de una estrategia de control realimentado en la funcionalidad de agarre de poder con una prótesis de mano robótica. *Tecnura*, 26(71). <https://doi.org/10.14483/22487638.17042>
- Pinto-León, R. A., Coronel-Maldonado, F. S., Bueno-Palomeque, F. L., & Galán-Mena, J. (2020). Reconocimiento de tres patrones básicos de movimiento de la mano usando electromiografía de superficie y algoritmos inteligentes. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*. 2020;39(2):E226, 39(2).
- Quinayás-Burgos, C. A., & Gaviria-López, C. A. (2015). Sistema de identificación de intención de movimiento para el control mioeléctrico de una prótesis de mano robótica. *Ingeniería y Universidad*, 19(1). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.iyu19-1.siiim>
- Regalado, H. D. L. C., Barrera, C. E. L., López, E. E. R., González, L. M. S., & García, A. R. (2018). Propuesta De Un Entrenador Mioeléctrico Basado En Una Aplicación Móvil. *Pistas Educativas*, 39(128).
- Sánchez-Pérez, Á., Torres, J. M., Jara, C. A., Pomares, J., García, G. J., & Úbeda, A. (2019). Evaluación de un esquema de control mioeléctrico bidimensional para prótesis robóticas. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497169.107>
- Serrezuela, R. R., Luis, J., Trujillo, A., Delgado, D. R., Katherine Ordoñez Benavides, V., Zamora, R. S., & Reyes, E. M. (2018a). Diseño e implementación de una prótesis de mano robótica antropomórfica subactuada. *Memorias de Congresos UTP*, September.
- Serrezuela, R. R., Luis, J., Trujillo, A., Delgado, D. R., Katherine Ordoñez Benavides, V., Zamora, R. S., & Reyes, E. M. (2018b). Diseño e implementación de una prótesis de mano robótica antropomórfica subactuada Design and implementation of



Suardíaz Muro, J., Pérez Gomáriz, M., Cabrera Lozoya, A., & Ove Do Carmo Trolle, R. (2020). Combinando Impresión 3D y electrónica como estrategia para mejorar la experiencia de aprendizaje. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24(1). <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27596>

Wulandari. (2013). Sistema de control de fuerza e interfaz háptica para un prototipo de prótesis electromiográfica de mano. In universidad pontificia bolivariana (Vol. 1, Issue 1).

NOTAS

¹Maestría en Alta Dirección (MBA). Ingeniero Informático. Profesional en Entrenamiento Deportivo. Correo: eduardo-leon9010@gmail.com - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7339-0068>

²Magister en Ingeniería Biomédica - Grupo de investigación IMED. Fundación Universitaria del Área Andina - Correo: ccastillo44@areandina.edu.co - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7608-7320>

³Estudiante de pregrado Ingeniería mecatrónica. - Correo: alonsoalejo11@gmail.com - Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5232-0908>

Revisión



Imagen tomada de Freepik

Se debe educar con base en la creatividad, espíritu crítico e investigativo, desarrollando competencias técnicas y transversales para lograr un aprendizaje significativo teniendo en cuenta conocimientos existentes en el individuo, Ausubel en 1963, diferenció este tipo de aprendizaje del memorístico y resaltó la importancia de conocimientos previos para la construcción de nuevos saberes, estableciendo relaciones para integrar nuevos contenidos, para esto es necesario seguir una secuencia lógica, tener en cuenta las características personales con las que cada uno asimila la información y la motivación para aprender, (como se citó en Ortiz, 2013), allí encuentra sentido la estrategia que el docente utilice a la hora de enseñar y así lograr el objetivo, seres humanos que transformen necesidades en oportunidades y que contribuyan en el desarrollo económico y social de un país.

El Servicio Nacional de Aprendizaje con su metodología de la formación por proyectos, SENA (2013), en su Proyecto educativo institucional (PEI), define la formación por proyectos como una estrategia didáctica con participación activa del estudiante, en donde el saber, el ser y el hacer se articulan para desarrollar conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes, que en conjunto pone a los aprendices a prueba en contextos reales con el fin de responder a las necesidades del sector productivo, convirtiéndose en la manifestación del desarrollo de competencias laborales, basadas en tres aspectos, el desarrollo integral del ser humano, la construcción de conocimiento y el trabajo donde se hacen efectivas las capacidades humanas.

Se pretende interrelacionar las competencias de los programas formativos, involucrando a los estudiantes de manera colaborativa con un fin, desarrollar potencialidades por medio de la resolución de problemas, simulando contextos reales, lo cual requiere del uso de estrategias que permitan no solo apropiarse de lo que se aprende; sino la forma en cómo se adquieren estas competencias para desarrollar un aprendizaje duradero.

Entre las estrategias mencionadas está la lúdica, definida como perteneciente o relativo al juego según la Real Academia Española (RAE, 2022., definición 1), la cual es una estrategia innovadora que implica un mayor esfuerzo no solo de formación, sino preparación del docente, esta propicia la construcción de conocimientos, fomentando la comprensión y aprendizaje duradero, Robles & Ortiz, (2022) manifiestan que el juego a implementar debe estar diseñado acorde con la temática y las habilidades que se quieren desarrollar en el estudiante, sin embargo el profesor tiene un papel fundamental dentro del mismo, favoreciendo habilidades como la comunicación y expresión entre los estudiantes entorno al juego y debe estar dispuesto

siempre para resolver inquietudes que surjan, creando un ambiente propicio para su desarrollo y el aprendizaje.

De la misma forma, la tecnología asociada al juego, como la realidad aumentada, video juegos y gamificación, han sido incluidas en los procesos educativos, transformando espacios de aprendizaje, en experiencias motivadoras, donde los jóvenes encuentran interés y emoción por aprender, “teniendo en cuenta su condición de nativos digitales” (Gómez & Oyola, 2012, p.26) , esa motivación y el aprendizaje están ligados a la forma como los seres humanos apropián el conocimiento y a las emociones que se generan en contextos educativos para que perdure, es por esta razón que García (2012) menciona que es imprescindible un cambio en el sistema educativo ya que en la actualidad se subestiman las emociones del educando en su formación, sin considerar que estas se encuentran estrechamente ligadas a la educación y no se pueden tratar por separado, es allí donde el educador cumple un papel fundamental sobre esas emociones.

Según Iglesias (2020), el mundo cambia y la educación se debe transformar, debe liderar el futuro y para ello es necesario modificar la enseñanza y las metodologías utilizadas, en esta investigación se muestra como existe un contexto que hace posible el aburrimiento de los estudiantes, se debe tener en cuenta como se transmite la información y frente a quien se transmite, pues no es suficiente contar con docentes estructurados y formados, sino con habilidades socioemocionales, comunicativas y nuevas metodologías.

El proceso educativo requiere esfuerzo, del estudiante y del docente, este último de vital importancia, pues un alto porcentaje del logro de los objetivos educativos, retención y motivación, dependen de las estrategias utilizadas, evitando la apatía en clase, (Garavito & González 2017), como conclusión de esta investigación realizada, afirman que la falta de motivación es la que origina la apatía por las clases monótonas, falta de creatividad, a su vez recomiendan un aprendizaje menos memorístico y más activo, demostrando que la motivación es directamente proporcional a la metodología empleada.

Espíndola & Granillo (2021), mencionan que la escuela tradicional se caracteriza por la transmisión de conocimientos del profesor, estudiantes poco activos, memorización de contenidos, donde el protagonista es el docente, el conocimiento basado en experiencias y contenidos encontrados en libros, también mencionan aspectos positivos como mayor preparación del maestro, disciplina y el favorecer la memoria.

De igual forma los mismos autores, aseguran que la escuela tradicional no fortalece el trabajo colaborativo, el docente es impositivo y autoritario, no se tiene en cuenta si el estudiante es capaz de construir conocimiento y si este es duradero o significativo, por su parte, Triana (2017), afirma que este sistema es un fracaso porque no está evolucionando al ritmo de la construcción del conocimiento, agrupando a todos los alumnos en condiciones semejantes como si aprendieran de la misma manera, reprimiendo la curiosidad y la creatividad, sin reconocer el avance tecnológico, por esta razón es urgente educar personas que construyan conocimientos y competencias que puedan utilizar en situaciones futuras y en la resolución de problemas reales, lo anterior confirma la importancia de utilizar nuevas estrategias al interior de las aulas que sean estimulantes, retengan al alumno en la escuela, lo motiven y así lograr la mejora en el aprendizaje.

El profesor Banoy (2020) en su libro clase invertida, manifiesta que los cambios que han surgido a partir de la necesidad de obtener con rapidez la información, permite que esta circule en diferentes direcciones de manera física y digital y se obtenga casi que al instante según los requerimientos de cada cual, lo que obliga a la educación a estar a la par con estos cambios, ya que como docentes “debemos generar propuestas que propendan por acciones concretas en las distintas formas de vivir el aprendizaje; nuestra educación tiene que mutar de miles de formas para adaptarse al mundo actual”. (p. 22-23).

Por consiguiente, este autor a lo largo de su trabajo afirma lo siguiente:

Es claro, que sin desconocer los logros de los modelos pedagógicos heteroestructurantes, como el conductismo, y autoestructurantes, como la escuela activa o el constructivismo, necesitamos diseñar nuevas posibilidades de enseñanza y aprendizaje con una afinidad de matices que se adapten a la realidad global, continental y nacional de nuestros países (p. 23)

Retomando la formación por proyectos que implementa el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), en donde el estudiante es el protagonista de su proceso y construye los saberes a partir de su vivencia, es importante resaltar que cualquier estrategia adicional utilizada en este proceso, es un valor agregado que mejora la formación, genera disfrute del binomio docente-estudiante, logrando experiencias valiosas y duraderas.

Torres (2018), expresa que el alumno entiende que aprender es fácil y divertido en la medida en que se introduzca el juego en las clases, estimulando en el alumno procesos

como la creatividad, la participación, el respeto por el otro, autovaloración propia y de parte del grupo, libertad de expresión y cumplimiento de reglas entre otros.

Por consiguiente se puede asegurar que el juego, unido a la tecnología y con propósitos definidos, como apoyo a la formación por proyectos, involucra siempre la resolución de una situación, que estará presente en esta metodología, con un valor agregado, clases motivadoras y disfrute por aprender, por esta razón se desarrolla este artículo de revisión, cuyo objetivo está orientado a demostrar cómo la lúdica (juego) junto al componente tecnológico son importantes para un aprendizaje significativo en los estudiantes.

METODOLOGÍA

El presente artículo describe una revisión bibliográfica que tiene como base “El juego mediado por la tecnología, como elemento motivador en el aprendizaje significativo”, en esta revisión se abordan temas relacionados con la historia del juego, su conceptualización y su uso en las aulas apoyado por la tecnología.

Se realiza una búsqueda documental tomando información electrónica utilizando bases de datos como Dialnet, Scopus, Scielo, Redalyc, plataforma de investigación ResearchGate, Red de información educativa (REDINET), Ebook digitales, Repositori de contingut lliure (RODERIC), Revista del Magisterio, Repositorios institucionales, plataforma Red Iberoamericana de Innovación y conocimiento científico (REDIB), libros físicos etc, encontrando artículos entre los años 2009 a 2022, usando diferentes descriptores dentro de los que se encuentran, juego, aprendizaje, estrategias didácticas, educación, gamificación, tecnología, creatividad, competencias, realidad aumentada.

Se tuvo en cuenta la temática a tratar al interior del artículo, de esta manera por medio de las palabras claves, se realizó la búsqueda en las diferentes bases de datos con el fin de filtrar la información relevante para el estudio; esta arrojó 50 documentos entre artículos, libros digitales y trabajos de investigación, que fueron relacionados en una matriz bibliográfica, los cuales permitieron su desarrollo cuyo contenido describe de manera importante los beneficios de la didáctica del juego, la motivación y el aprendizaje significativo mediado por la tecnología.

Se realizó un estado del arte con las siguientes fases: planteamiento del problema, una fase heurística, documentando con fuentes de información como artículos, trabajos de investigación y libros y una fase hermenéutica en la que primero se conceptualiza e identifica el problema,

se mencionan investigaciones y teóricos y finalmente se hace una interpretación sobre el tema y las diferentes posturas.

RESULTADOS

Conceptualización

El juego a través del tiempo

El juego ha estado presente a lo largo de la evolución del hombre, cada persona durante su vida experimenta de algún modo los efectos positivos del juego, desde la antigüedad existe y está representado en todo tipo de actividades y elementos que cobran vida en el momento en que se aprovecha y se está en contacto con él, pero el juego tiene historia, el artículo “Historia y evolución del juego” divulgado por Animación y servicios educativos A.C (2009), publicado en la revista Vinculando, menciona que el juego ha estado presente a través de la historia de la humanidad, para las tribus primitivas, permitía prepararse para sobrevivir, la tribu recolectaba para la subsistencia y los niños iniciaban una marcha independiente, acompañando esta misma tarea.

También relaciona los juegos olímpicos en Grecia como ejemplo, desde el año 776 a.c, en Roma su preocupación era “pan y juegos” retomando los juegos de niños para los adultos, Platón y Aristóteles le dieron gran relevancia a los juegos en los procesos formativos, con los cuales se preparaba al niño para las experiencias en la edad adulta, en la edad media el juego tenía pocas reglas, posteriormente durante el siglo XIX, los juegos tradicionales y populares se fortalecen y diferentes pensadores como, Spender, Lázarus, y Groos entre otros, desarrollan teorías para explicar la importancia del juego en el desarrollo del ser humano.

El juego, ayuda al ser humano para enfrentarse a situaciones futuras, por medio de la simulación de actividades que, orientadas de manera correcta y con objetivos definidos, promueven su desarrollo integral, según UNICEF, (2018) “el juego satisface la necesidad humana básica de expresar la propia imaginación, curiosidad y creatividad” (p.8), lo anterior confirma que el juego es un recurso que ayuda a enfrentar ciertas situaciones, desarrollar la innovación y la imaginación, demostrando que las aptitudes que adquieren los niños mediante el juego hacen parte de las competencias del siglo XXI.

El mismo autor menciona a Piaget (1951), quien afirma que el juego, es usado por el niño en sus primeros años con el fin de integrar conocimientos y adaptarlos a sus

propias representaciones y en el caso de Newman (1983), asegura que los niños relacionan esas situaciones nuevas y buscan distintas rutas que permitan enlazarlos con los conceptos que ya tienen.

Concepto de juego (lúdica)

La lúdica definida por la Real Academia de la Lengua Española tiene su origen “Del lat. ludus ‘juego’ e-‘ico, adj. perteneciente o relativo al juego (RAE, 2022., definición 1), según, Achavar, (2019), el juego es una actividad que permite la interacción con el entorno y su vez el conocimiento sobre el mismo, en donde el individuo pone en práctica por imitación conductas reales que le sirven para prepararse para la vida adulta, permitiendo construir mundos imaginarios que permiten una producción lingüística y cognitiva, por consiguiente es fuente de aprendizaje a largo plazo, es por esta razón que se debe dar un sentido al juego, Andrade (2020), afirma que el juego es una técnica mediante la cual los estudiantes participan de manera tal que se direcciona su conducta, estimulando la autodeterminación y el poder de decisión en cada uno de ellos, ligado además a su poder creativo y motivador por el aprendizaje de parte de los estudiantes.

El juego es importante en el desarrollo del ser humano, Bernabeu & Goldstain (2016), nos dicen que “El juego es catártico y posibilita aprendizajes de fuerte significación” (p. 45) , facilita la resolución de problemas y la definición de la identidad del individuo, favorece el aprendizaje físico y mental, los autores toman la definición de Vigotsky (S.f) , para quién el niño se prepara para la vida anticipadamente, en el caso del adulto, da paso a la imaginación y la creatividad y al igual que en la niñez, también se prepara para situaciones reales y es importante en todos los niveles de enseñanza. (Como se citó en Bernabeu & Goldstain, 2016).

Aprendizaje significativo

Según Ausubel (1980), el aprendizaje significativo implica la construcción de conocimiento propio con responsabilidad, en donde el estudiante participa y es activo en su proceso, teniendo en cuenta conocimientos previos, es capaz de interconectarlos con nuevos aprendizajes obteniendo nueva información; para que este aprendizaje sea efectivo, el alumno debe retener el conocimiento nuevo de una manera sustancial y eliminar aquellos que son de poco uso, para ello es importante la disposición positiva del alumno y la presencia de materiales significativos que le permitan ese aprendizaje, teniendo claro que deben existir subsumidores para enlazar esos nuevos conceptos. Ausubel et al. (1983), aluden que el proceso de apren-

dizaje significativo de una manera no arbitraria ni literal, se relaciona con el conocimiento que el alumno trae consigo para que sea rico en significado y valioso, este debe estar acompañado de un material y una tarea potencialmente significativa, la resolución de problemas y el desarrollo de la creatividad mediante el ejercicio del ensayo y error, exigen transformar el conocimiento ya existente y reintegración del mismo para lograr una meta definida previamente, donde influyen variables como la presencia de conceptos existentes en la estructura cognoscitiva, las características de personalidad y cognitivas del individuo.

Rodríguez (2011) también menciona que “ Desde un enfoque ausubeliano, la organización jerárquica que se le atribuye a la estructura cognitiva deriva en dos principios esenciales que justifican su funcionamiento: la diferenciación progresiva y la reconciliación integradora” (p.33), Ausubel afirma que el aprendizaje es mecánico cuando no hay interacción entre el nuevo conocimiento y la estructura cognitiva del alumno o si existe se realiza de manera arbitraria o literal, seguramente no hay contenidos relevantes o no existe predisposición para aprender, lo cual conlleva a un aprendizaje sin significado y a corto plazo, contrario a lo que supone el aprendizaje significativo.

Creatividad

La palabra creatividad para Hernández (2020), no resulta ser sinónimo de resolución de problemas, pero la expresión en diferentes actos creativos ayuda a resolverlos, desde el momento en que se abordan y hasta lograr cualquier resultado.

En los nuevos modelos educativos, el profesor es el responsable de lograr un verdadero aprendizaje en el individuo, para Zapata (2005), “el docente tiene la posibilidad y la responsabilidad de ayudar a otras mentes a descubrir una de las más importantes lecciones de la vida: el aprendizaje.” (Como se citó en Vincent & Téllez, 2016, p.87) y asegura que lo más importante es guiar al estudiante para que elabore su propia manera de ser en el mundo y sea un aprendiz durante su existencia, creando situaciones, espacios y acciones propicios dentro de los ambientes formativos, para que este aprendizaje perdure en el tiempo.

Algunos autores son referentes en el concepto de creatividad, por ejemplo Lara, (2012), se apoya en conceptos de autores como Guilford, para quien la expresión creativa se puede considerar como cualidad o característica innata del individuo, para Mednick la creatividad está formada por la asociación de un sinnúmero de elementos que se encuentran alejados formando nuevas combinaciones, finalmente Taylor manifiesta que la creatividad es

un sistema en el cual las personas diseñan su entorno, mediante la transformación de problemas simples en resultados provechosos los cuales son proporcionados por ambientes estimulantes.

Lo anterior indica que la creatividad es propia del individuo, permite la creación de elementos nuevos a partir de motivaciones, cada individuo tiene un grado de creatividad y es capaz de desarrollarla, para ello debe estar en un espacio propicio e inmerso en motivadores como el juego mediado por la tecnología capaz de transformar esa necesidad en realidad.

Experiencias aplicadas a partir del juego mediado por la tecnología

Melo (2019), con su investigación, Análisis de la concepción de docentes y estudiantes sobre el juego como recurso didáctico para el aprendizaje: Experiencia en la educación primaria, aplicó cuestionarios para conocer la percepción, que se tenía del juego a docentes y estudiantes, en esta, surgieron diferentes puntos de vista desde la práctica docente, contenidos, actividades realizadas, estrategias utilizadas y la forma de evaluar; como resultado y desde la percepción de los encuestados sobre el juego, se evidenció poca claridad sobre su concepto, sin embargo, todos manifestaron el contacto en algún momento con el juego, demostrando que el mismo hace parte de la realidad humana, los encuestados consideraron el juego valioso para el desarrollo de la formación, el autor concluye sobre la importancia de la integralidad del aprendizaje para lograr mejores resultados, de tal manera que el profesor se convierta en guía y motivador con los recursos que utilice.

Urquidí & Tamarit (2015), en su artículo, Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: experiencia empírica, donde se empleó el juego “Platform wars. Simulating the Battle for Video Game Supremacy”, aplicado en una asignatura de la facultad de economía de la universidad de Massachusetts Institute of Technology, simulando la gestión empresarial, para fijar estrategias y permitir la toma de decisiones a partir de información financiera y la problemática del mercado, en el cual, el jugador conduce su actuación sobre las variables de precio de venta del producto, cantidad de videojuegos, costo de los mismos compatibles con el producto y consola. Los resultados arrojaron que los estudiantes prefieren el aprendizaje basado en la experiencia, mediante ensayo y error, los alumnos percibieron la asignatura de manera más atractiva, construyendo el conocimiento a partir de la exploración de modelos nuevos, de manera que organizan el conocimiento, sin necesidad de heredarlo, adquieren competencias y

habilidades propias de su profesión en escenarios que les permiten un acercamiento con la realidad.

Melo & Barbosa (2014), en su investigación, El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales, realizan una revisión de diferentes experiencias a partir de la implementación en los procesos de enseñanza, esta, permite concluir que, por medio del juego se evidencian aspectos positivos de la conducta y personalidad de los alumnos, los juegos de reglas estimulan el trabajo en equipo, la interacción, el seguir indicaciones para continuar por un camino para llegar a la meta, el desarrollo de la autonomía y se hacen visibles vínculos afectivos en el medio en que se desarrolla, además establecieron algunas condiciones para que el juego cumpla con el objetivo pedagógico; debe ser placentero, no debe existir presión e inspirar confianza en el estudiante.

García et al. (2020), en la investigación, El juego como factor motivador en la enseñanza de la anatomía humana, utilizaron la herramienta Kahoot!, que permite introducir preguntas tipo test y cuestionarios online, los cuales permitieron evaluar conocimientos, al final de la investigación, los estudiantes contestaron dos encuestas para valorar la metodología docente. Mediante la implementación del método se concluyó que, utilizando en el aula herramientas digitales como el juego, en este caso, Kahoot!, se logran mejorar los procesos de aprendizaje, sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los objetivos se consiguen con una sola estrategia, por lo cual se requiere una diversidad metodológica para la enseñanza.

Muñoz et al. (2020), en su artículo, Motivación docente por el uso del juego como dispositivo para el aprendizaje, pretendía identificar la motivación docente con la implementación del juego, realizada en dos fases, la primera aplicando la Escala de Motivación con el empleo del Juego (EMJ), a partir del modelo expectativa/valor y una segunda etapa la concepción que tienen del mismo, se evidenció que los docentes, valoran de manera importante la utilidad del juego y la motivación que produce, sin embargo consideran que genera costo y tiempo para su aplicación, sin contar con la falta de conocimientos por parte del profesor para una buena implementación.

Cepeda (2015), en su investigación, El juego como estrategia lúdica de aprendizaje, realiza una reflexión sobre la importancia de los juegos de mesa y su aporte en las aulas de clase, se aborda esta investigación, ya que, a pesar de no tener de por medio el componente tecnológico, hace un aporte significativo desde la experiencia misma de la autora a la revisión realizada, teniendo en cuenta que estos juegos de mesa en la actualidad ya se encuentran en

las plataformas tecnológicas; desde su experiencia afirma que, se deben implementar metodologías en los espacios de formación utilizando estrategias como el juego mediante las siguientes etapas : diagnóstico, relacionado con intereses y metas, planeación que constituye la selección de objetivos y temática de los juegos, implementación, la cual se da con la aplicación del juego, seguimiento, realizando reflexión acerca de la actividad y evaluación para mejorar las dificultades encontradas, esto aplicando también a los juegos medidos por la tecnología.

Restrepo et al. (2015), en su investigación sobre juegos didácticos basados en realidad aumentada como apoyo de la enseñanza de la biología, la cual, es desarrollada en tres etapas, la primera mediante la revisión de contenidos de RA (realidad aumentada), la segunda, una encuesta realizada a docentes de la escuela Ciro Pupo Martínez, con el fin de identificar el estado actual del uso de las TIC en diversas áreas y la tercera mediante la implementación de la aplicación de RA, utilizando el método ágil XP (Extreme Programming) y con el uso del (Kit de Desarrollo de Software), la investigación permitió afirmar que la RA es una tecnología que motiva a conocer más sobre lo que existe en el medio, incentiva a indagar sobre nuevos saberes y deja de lado la estática, captando la atención e interacción con las plataformas y con el conocimiento.

Sáenz et al. (2019), en su investigación, Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria, implementan la herramienta «WallaMe» en el área de educación artística, mediante un pre test y post test se evalúa el rendimiento académico de los estudiantes y la capacidad de búsqueda de información, mediante la escala de lickert se evaluaron motivación y colaboración, la investigación permitió asegurar que las actividades en las que se usa la realidad aumentada, motivan a la innovación y mejora el rendimiento académico, la búsqueda de la información y colaboración, garantizando que la lúdica y las dinámicas mediadas por la RA permiten la innovación con el uso de la tecnología emergente.

Gertrudix & Gertrudix (2013), en su estudio Aprender jugando. Mundos inmersivos abiertos como espacios de aprendizaje de los y las jóvenes, dirigen su atención a dos tipos de videojuegos, Sandbox y de simulación social, estudiando sus características, además evalúan juegos como Minecraft y Sim social con el objetivo de resaltar elementos de éxito y como son utilizados en las experiencias de aprendizaje, lo anterior permitió aseverar que los videojuegos son importantes en la vida de los jóvenes y consideran introducirlos como herramientas en la formación, como es el caso de los juegos ya mencionados, teniéndolos como ejemplo y “por su naturaleza abierta y

por el grado de representación, de vivencia integrada en el espacio y tiempo del relato del juego, ofrecen un inusitado campo de trabajo desde la dimensión educativa que debe aprovecharse” (p.134).

Perdomo & Rojas (2018), en su artículo La ludificación como herramienta pedagógica: algunas reflexiones desde la psicología, realizan una revisión de conceptos que permite advertir la relación que existe entre las dimensiones del funcionamiento psicológico y la gamificación en donde juegan un papel importante las emociones, motivaciones y el aprendizaje por asociación, convirtiendo la gamificación en un referente de innovación pedagógica, que reta a la educación tradicional, se encuentra soportada en procesos de orden básico y superior, teniendo como base las diferentes etapas por la cuales el individuo conoce, aprende y asimila la realidad, características como la motivación, la emoción y el aprendizaje asociativo se unen para lograr el alcance de logros y metas por medio de la repetición de acciones que conllevan a resultados positivos (condicionamiento operante).

Sandoval, (2019) en su documento llamado Los adolescentes aprenden jugando, la ludificación como estrategia de enseñanza, menciona ejemplos del uso de la ludificación en instituciones educativas, la implementación de herramientas digitales que permiten la incorporación en el currículo escolar y bases teóricas que resaltan la importancia del juego como estrategia educativa, en su revisión, hace referencia a la nueva actitud que tienen los estudiantes de hoy al ser nativos digitales, y desde luego al trasladar esta estrategia de la mano de procesos ya existentes en el juego al contexto educativo, motiva no solo el desempeño del estudiante sino también su compromiso con su educación.

Carreras, (2017) en el artículo llamado, Del homo ludens a la gamificación, conceptualiza la gamificación, oportunidades y riesgos que ofrece su implementación y algunos ejemplos aplicados a la clase de filosofía, hace referencia a diferentes formas y dinámicas de aplicar la gamificación según los objetivos, entre las estrategias se encuentran, elaboración de una narrativa que exprese el hilo conductor de la temática vista y sea atractivo, la incorporación de elementos personalizados, feedback permanente al interior de las actividades, retos y misiones, desafíos que dan paso a la competitividad, proceso interactivo, sistema de premios, los cuales benefician el aprendizaje y toman el error como elemento natural del proceso.

Esnaola & Ansó, (2019) para este artículo, llamado Competencias digitales lúdicas y enseñanza, en el cual aplican un cuestionario para describir la cultura docente en la im-

plementación del videojuego involucrando tanto aspectos personales como socioeducativos, experiencia de su uso y aspectos que relacionan los videojuegos con la educación, integrando este último aspectos de capacitación y recursos utilizados entre otros, los investigadores concluyen que, para la inclusión de nuevas de tecnologías en las aulas, algunos docentes no cuentan con competencias pedagógicas y tecnológicas, resalta que los docentes, que si cuentan con experiencias digitales de algún modo tienen predisposición para su implementación.

Gamboa et al. (2020), en el artículo, Gamificación y creatividad como fundamentos para un aprendizaje significativo, resalta la importancia de integrar la creatividad y la gamificación en el contexto educativo como elemento para el aprendizaje, realizan una revisión del concepto de gamificación y mencionan los aportes a la educación, precisan la creatividad y las herramientas de gamificación las cuales van dirigidas hacia nuevas reformas en la educación, también el querer aprender al igual que el conocer, motivan al estudiante a nuevos saberes, el uso adecuado de ambas técnicas implican organización del tiempo libre, permitiendo la administración del ocio y un cambio en las rutinas.

Márquez, (2018), en el artículo Juegos didácticos y la realidad aumentada, un análisis para el aprendizaje en estudiantes de nivel básico, realizan revisión de diferentes investigaciones relacionadas con RA (realidad aumentada), se relacionan diferentes herramientas que pueden ser utilizadas por los docentes para hacer sus propias aplicaciones de RA para su uso, plantea que con la realidad aumentada los estudiantes pueden percibir su entorno de una manera amplia utilizando información que mejora el aprendizaje, presenta algunos beneficios: la interacción entre los estudiantes, aumento de la realidad, efectuando observaciones en 3D, aprender por descubrimiento realizando deducciones y apropiando nuevos conceptos, existencia de entornos no controlados y con bajo riesgo y un mayor seguimiento al aprendizaje.

Marin et al. (2020), en el artículo, Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria, cuyo objetivo fue determinar la probabilidad que los estudiantes aprendan el currículo de primaria mediante la implementación de un videojuego de RA (realidad aumentada) a partir de la visión del maestro, utilizando un cuestionario en horario de clases de acuerdo a los resultados arrojados, los autores concluyen que el uso de las nuevas tecnologías para el desarrollo de la educación de la mano de la realidad aumentada y los videojuegos, implica un acercamiento de la visión docente estudiante, propiciando formación previa para su uso, de tal manera que se pueda

evidenciar las ventajas que representa en la educación y en el diseño curricular que permitan resultados positivos en el ambiente formativo.

Fabrega, (2014), en el artículo, Realidad aumentada, video juegos y cambio climático, relaciona la RA (realidad aumentada) y los videojuegos aplicados al proceso de enseñanza aprendizaje, sensibilizando a los estudiantes sobre el cambio climático, presenta ejemplos de aplicaciones en diferentes escenarios, muestra como los videojuegos son importantes para el aprendizaje y como se aplican al cambio climático, trae a colación los videojuegos con RA y su clasificación, en el artículo el autor hace referencia a James Paul Gee (2005), quien identifica algunos principios del aprendizaje basado en juegos como son la identidad, la interacción, producción, el asumir riesgos, personalización, agencia traducido en el control de lo que lo rodea, solución de problemas con las herramientas que dispone, reconociendo el juego como excelentes recursos para el aprendizaje, también reconoce que este tipo de tecnologías permiten que el alumno se involucre aún más con lo que se está estudiando.

Jaramillo & Catellón, (2012), con su artículo Educación y videojuegos, mencionan cómo se relacionan los videojuegos y la educación y destacan la aplicación de tecnologías que permitan simular ambientes reales o espacios inmersivos para el aprendizaje. Para los autores se hace importante la relación que tienen la educación y los videojuegos, al igual que la comunicación y la educación tienen en la neurociencia, un aspecto que puede ayudar de manera significativa a los problemas que en actualidad tiene la educación, en este artículo surge un tema importante como es la adicción y el aprendizaje, que ayude al estudiante a lograr conocimiento mediante la inmersión, menciona que existe un aprendizaje inconsciente, el cual reconoce patrones del cerebro medio y viejo al que se dirige el constructivismo.

Valencia & Orellana, (2019), el artículo, Barreras en la implementación de la gamificación en educación superior revisión de literatura, realizan revisión de la literatura relacionando el uso de la gamificación en la educación superior, menciona que la gamificación es una didáctica que pretende la calidad en la educación y de la misma forma hace que la actividad docente sea placentera. Para los autores se hacen evidentes algunas barreras en la implementación de esta didáctica, como barreras de tipo pedagógico, tecnológico, estrategia gamificada de docentes y estudiantes, que si son adaptadas como criterios de evaluación en los procesos formativos permiten mejorar las prácticas en el aula con planeación e implementación. Zepeda et al. (2016), en su investigación, Integración de

gamificación y aprendizaje activo en el aula, desarrollaron dos etapas, en la primera los investigadores identificaron actividades que permitieran conducir y evaluar y la segunda llevó a modificar el modo de evaluar y plantear otras dinámicas de clase, los autores experimentaron nuevas dinámicas al enseñar, realizando valoraciones continuas por medio de la gamificación, diferentes niveles de complejidad, integrando diversos enfoques de aprendizaje y por medio de estas técnicas lograr reflexionar sobre el uso de nuevas estrategias lúdicas para cada grupo, presentando de diversas formas la teoría y la práctica y evaluar de manera diferente, para lograr mejor rendimiento escolar.

Gil & Prieto (2019), en el artículo Juego y gamificación: Innovación educativa en una sociedad en continuo cambio, los investigadores se aproximan a los conceptos de juego y gamificación, los autores mencionan que al interior de las propuestas educativas, se pueden asociar puntos como la observación sobre el quehacer de los participantes, retroalimentación y refuerzo sobre el estímulo, resalta la idea de utilizar herramientas como los dispositivos electrónicos y redes sociales para dar sentido pedagógico a la formación y tener alumnos motivados, da relevancia a la teoría conductista donde el individuo responde a los estímulos del ambiente, aportando a la innovación educativa, teniendo como resultado una consecuencia como respuesta a un comportamiento, modificándolo y produciendo un aprendizaje.

DISCUSIÓN

El juego como estrategia pedagógica a la hora de enseñar cobra relevancia en el momento en que el docente planea su clase y utiliza elementos del juego, para aumentar la participación del alumnado, añadiendo elementos novedosos, un aprendizaje no convencional y divertido, es por ello la importancia de la planeación previa teniendo claro que se quiere lograr, organizar las tareas, implementación de actividades con pautas a seguir y a posteriori el feedback por parte del docente.

Es importante que los docentes evalúen la forma de enseñar y tengan presente que los estudiantes deben ser integrales, para el mundo del trabajo y de la vida, con habilidades blandas, capaces de resolver situaciones, críticos y reflexivos, como indica Tamayo & Restrepo, (2017) "De igual forma se debe repensar la educación, en este caso a la escuela y considerarla como un todo, donde se forman sujetos desde sus múltiples dimensiones" (p. 126), no se puede seguir enseñando con modelos convencionales, si bien es cierto el aporte del modelo tradicional ha sido importante, es necesario hacer modificaciones integrando



nuevas estrategias y metodologías que respondan a las necesidades del estudiantado para construir saberes.

Luego de la revisión realizada es importante resaltar que el juego (lúdica) tiene su historia, en cada documento analizado se pudo observar no solo como ha contribuido en el desarrollo del ser humano desde el inicio de la humanidad, sino como cada vez que el hombre perfecciona su técnica brinda mayores aportes a su evolución, resaltando la importancia de su uso lo cual desarrolla la creatividad y el aprendizaje es significativo.

Si bien es cierto el juego (lúdica) tiene un aporte importante en la era del conocimiento, también lo es la tecnología como lo confirman cada uno de los artículos relacionados a lo largo del texto, si la tecnología se encuentra asociada al desarrollo de los juegos en ambientes educativos, brindará grandes beneficios, como lo menciona, García V. A. (1999), facilita la comunicación sin barreras, ubicar todo tipo de información y la interactividad, como es el caso del uso del juego por medio de la gamificación y la realidad aumentada, los cuales permiten en el caso de la realidad aumentada observar imágenes en 3D, videos, audios, que permiten acercarse de una manera sencilla y divertida a la realidad, fortaleciendo la creatividad, el espíritu investigativo y aprendizaje a largo plazo, para el caso de la gamificación es una estrategia que motiva por medio de la competición, empleando la recompensa y superando retos, lo que permite el logro de los objetivos planteados por parte del docente.

CONCLUSIONES

Lograr un aprendizaje significativo en donde el alumno que se forma lo haga de manera integral, desarrollando competencias y habilidades que le permitan enfrentarse a los retos de la vida y del mundo laboral, debe ser el objetivo primordial de la educación, allí las estrategias utilizadas por el docente juegan un papel importante, sin embargo, en el caso del juego mediado por tecnologías, aún existen barreras que no permiten su implementación efectiva en algunos ámbitos educativos, barreras como el desconocimiento por parte del docente, miedo al cambio, falta de capacitación por parte de las instituciones educativas o continuar en su zona de confort, pues de algún modo la implementación de dichas estrategias requieren cierto grado de preparación.

Cuando se enseña es importante preguntarse ¿para qué se enseña? y si es necesario incorporar estrategias y herramientas diferentes para lograr los objetivos que se desean en los estudiantes, la lúdica mediada por la tecnología en ambientes educativos permite crear un vínculo

lo directo entre el estudiante y lo que debe aprender, en muchas ocasiones en ambientes cercanos a la realidad, lo cual desarrolla la creatividad, trabajo en equipo, motivación por aprender, la comunicación, interacción y el pensamiento crítico entre otros, Según Gordo (2020), el juego tiene funciones en el aprendizaje como la función biológica madurativa, función lúdica, adaptación cognitiva y social, afectivo emocional y potenciadora del desarrollo y el aprendizaje (p. 24).

Es importante recordar que estamos ante cambios sociales y ante estudiantes curiosos y particulares formas de ser y de aprender, ante lo cual la educación incluidos los docentes deben responder de manera acertada a las necesidades personales, utilizando las estrategias adecuadas y como indica Ministerio de Educación nacional (2005), el docente tiene la responsabilidad de capacitarse desarrollando habilidades y actitudes que respondan a los retos de la educación, es así como los estudiantes deben saber, saber hacer y ser y es aquí donde una estrategia como el juego mediado por la tecnología cobra gran relevancia.

Por último, es importante que el docente en su carrera por lograr los objetivos educativos conozca a fondo el funcionamiento del cerebro, los órganos involucrados en el aprendizaje y la relación que tienen con las emociones, es necesario como indica, Benavides & Flores (2019) que los formadores propicien entornos y ambiente estimulantes para que los estudiantes apropien más fácilmente los conocimientos utilizando estrategias didácticas fundamentadas en el funcionamiento del cerebro y en el cómo aprende cada ser humano. Las emociones pueden bloquear o potencializar el aprendizaje en la medida en que sean gratificantes o poco interesantes lo cual permite la reflexión de parte del docente sobre el uso de nuevas estrategias, como el juego que como menciona Candela & Benavides (2020) se puede utilizar en diferentes niveles de la formación, Las actividades lúdicas incluyen momentos de acción pre-reflexiva y de simbolización o apropiación abstracta-lógica de lo vivido para el logro de objetivos de enseñanza curriculares” (p.84), lo cual permite el desarrollo de muchas habilidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.C., A. Y. (2009). Historia y evolución del juego. Revista vinculando, 1-3. Obtenido de https://vinculando.org/articulos/historia_y_evolucion_del_juego.html
- Achavar, V. C. (2019). Beneficios del juego en la acción pedagógica. Foro educacional, 115-122.
- Andrade, C. A. (2020). El juego y su importancia cultural en el aprendizaje de los niños en educación inicial. JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH, 132-149.
- Ausubel, D. (1980). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Mexico: Trillas.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Mexico: Trillas.
- Banoy, S. W. (2020). Clase invertida: Nuevas tendencias en educación mediadas por tecnologías. En W. B. Suárez. Bogotá: Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
- Benavides, V., & Flores, R. (2019). La importancia de las emociones para la neurodidáctica. Wímb lu (Revista electrónica de estudiantes de la Escuela de Psicología de la U.C.R.), 25-53.
- Bernabeu, N., & Goldstein, A. (2016). Creatividad y aprendizaje: El juego como herramienta pedagógica (Vol. 144). Narcea Ediciones.
- Candela, B. Y., & Benavides, B. J. (2020). ACTIVIDADES LÚDICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS ESTUDIANTES DE BÁSICA SUPERIOR. Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales, 78-86.
- Carreras, C. (2017). Del homo ludens a la gamificación. Quaderns de filosofia, 113-116.
- Cepeda, R. M. (2015). El juego como estrategia lúdica de aprendizaje. Revista Magisterio, Educación & Pedagogía, No 76, 51.
- Esnaola, G., & Ansó, M. (2019). Competencias digitales lúdicas y enseñanza. REIDOCREA, 4-8.
- Espíndola, J. d., & Granillo, M. R. (2021). Perspectivas de la escuela tradicional, nueva y contemporánea. Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún, 31.
- Fabregat, R. (2014). Realidad aumentada, videojuegos y cambio climático. Ingeniería e innovación, 49-58.
- Gamboa, C. G., Porras, Á. J., & Moraima, C. M. (2020). Gamificación y creatividad como fundamentos para un aprendizaje significativo. Educare, 485.
- Garavito, C. E., & Gonzalez, M. d. (2017). Metodología docente, incidencia en la apatía de los estudiantes hacia las ciencias sociales. Panorama, 25.
- García, B. A., Cisneron Gimeno, A., Luesma, B. L., Benito, R. J., Barrio, O. E., & Whyte, O. J. (2020). El juego como factor motivador en la enseñanza de la anatomía humana. Revista de la Fundació Educació mèdica, 349.
- García, R. J. (2012). La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje. Revista Educación, vol. 36, núm. 1, 1-24.
- García, V. A. (1999). El juego y las nuevas tecnologías. Revista De Medios Y Educación, 6. Obtenido de <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61137>
- Gértrudix, B. M., & Gértrudix, B. F. (2013). Aprender jugando. Mundos inmersivos abiertos como espacios de aprendizaje de los y las jóvenes. Revista de estudios de juventud, 123-137.
- Gil, Q., & Prieto, J. (2019). Juego y gamificación: Innovación educativa en una sociedad en continuo cambio. Revista ensayos pedagógicos., 91-121.
- Gómez, M. B., & Oyola, M. M. (2012). Estrategias didácticas basadas en el uso de tic aplicadas en la asignatura de física en educación media. Revista Escenarios, 26.
- Gordo, M. E. (11 de junio de 2020). La experiencia lúdica adulta, Activar el espíritu de juego a través del espacio. Obtenido de https://oa.upm.es/63278/1/TFM_EVA_GORDO_MORANTE_B.pdf
- Hernández, J. D. (2020). Una aproximación al concepto de creatividad. Acta académica, 66.
- Iglesias, S. M. (2020). La enseñanza universitaria: el aburrimiento en las aulas. Publicaciones. Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla, 93-108. Obtenido de <https://revistaseug.ugr.es/index.php/publicaciones/article/view/15160/20328>
- Jaramillo, C., & Catellón, A. (2012). Educación y videojuegos. Revista latinoamericana de Comunicación Chasqui, 11-19.
- Lara, C. (2012). Desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad como potenciadores de aprendizaje. Revista Unimar, 91.
- Marin, D. V., Morales, D. M., & Reche, U. (2020). Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria. Revista de Ciencias Sociales, 94-112.
- Márquez, D. J. (2018). Juegos didácticos y la realidad aumentada, un análisis para el aprendizaje en estudiantes de nivel básico. Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 448-461.
- Melo, H. M. (2019). Análisis de la concepción de docentes y estudiantes sobre el juego como recurso didáctico para el aprendizaje: Experiencia en la educación primaria. Revista latinoamericana de estudios educativos., 4-8.
- Melo, H. M., & Barbosa, R. H. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de las ciencias naturales.



- Innovación Educativa, 59.
- Ministerio de Educación Nacional. (Abril-mayo de 2005). Enseñar para la vida. Altablero. Obtenido de <https://www.mineduacion.gov.co/1621/article-87610.html>
- Muñoz, C., Lira, B. L., Valenzuela, J., & Sarlè, P. (2020). Motivación docente por el uso del juego como dispositivo para el aprendizaje. *Revista de la Fundación Educacional Médica*, 233.
- Olivares, H. J., García, G., & Juárez, A. (2015). El hipocampo: neurogénesis y aprendizaje. *Revista médica Universidad Veracruzana*, 21.
- Ortiz, O. A. (2013). Modelos Pedagógicos y Teorías del Aprendizaje. En O. A. Ortiz. Magdalena: Ediciones de la U.
- Perdomo, I., & Rojas, J. (2018). La ludificación como herramienta pedagógica. *Estudios y experiencias en educación*.
- RAE. (2022). Real Academia Española. Obtenido de <https://dle.rae.es/motivaci%C3%B3n>
- Restrepo, D. D., Cuello, M. L., & Contreras, C. L. (2015). Juegos didácticos basados en realidad aumentada como apoyo a la enseñanza en biología. *Revista Ingeniare*, 113.
- Robles, D., & Ortiz, G. (2022). Construyendo significados a través del juego en la educación universitaria. Medellín: Edición digital a partir de Medellín, Instituto Antioqueño de Investigación, 2022.
- Rodríguez, P. M. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista Electrónica d'Investigació i Innovació Educativa i Socioeducativa*, 29-50.
- Sáenz, L. J., Sevillano, G. M., & Pascual, S. M. (2019). Aplicación del juego ubicuo con realidad aumentada en Educación Primaria. *Revista comunicar*, 80.
- Sandoval, J. (2019). Los adolescentes aprenden jugando, la ludificación como estrategia de enseñanza. *revista de educación de Puerto Rico*, 4.
- SENA. (01 de Enero de 2013). Repositorio SENA. Obtenido de https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3253/pei_sena.pdf?sequence=1
- Tamayo, G., & Restrepo, S. J. (2017). El juego como mediación pedagógica en la comunidad de una de una institución de protección, una experiencia llena de sentidos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, vol. 13, núm. 1, enero-junio, 105-128.
- Torres, C. M. (01 de 02 de 2018). El juego como estrategia de aprendizaje en el aula. Obtenido de Bdigital: <http://bdigital.ula.ve/storage/pdf/agora/v5n10/articulo5.pdf>
- Triana, C. L. (2017). Del aprendizaje tradicional al cambio de paradigma educativo. Repositorio Universidad Santo Tomás, 1-29.
- UNICEF. (2018). Aprendizaje a través del juego. New York: UNICEF.
- Urquidí, M. A., & Tamarit, A. (2015). Juegos serios como instrumento facilitador del aprendizaje: experiencia empírica. *Opción*, 1215,1216.
- Valencia, Q. L., & Orellana, V. (2019). Barreras en la implementación de la gamificación en educación superior. In *Crescendo*, 635-650.
- Vincent, S. S., & Téllez, M. B. (2016). Creatividad: eje de la educación del siglo XXI. *Revista iberoamericana de educación superior*, 87.
- Zepeda, H., Abascal, M. R., & López, O. E. (2016). Integración de gamificación y aprendizaje activo en el aula. *Ra Ximhai*, 315-325.

NOTAS

¹Odontóloga, con Postgrado en Gerencia en Servicios de Salud y Administración en Salud Ocupacional, Magister en Educación - Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2604-754X> - Correo: dinluz2000@gmail.com

²Odontólogo, con Postgrado en Gerencia en Instituciones de Seguridad Social en Salud, Gerencia en Auditoria en Salud, Maestría en Educación - Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7957-678X> - Correo: jaimenriquemendoza@gmail.com

Revisión

Imagen tomada de Freepik

³Nelson Giovanni Agudelo Cristancho

Los sistemas de IA pueden analizar grandes cantidades de datos médicos de pacientes y detectar patrones que el personal de salud puede usar para tomar decisiones tanto en la atención individual, como en el ámbito de la salud pública. Esta, ya ha sido introducida con éxito en la esfera médica y se anticipa que siga creciendo en los próximos años para revolucionar en muchos sentidos la forma como se han venido tratando los aspectos médicos (Baena et al., 2023).

La IA tiene el potencial de transformar la atención sanitaria, ayudando al personal de salud a mejorar la precisión del diagnóstico y la personalización del tratamiento, al tiempo que se reducen los errores médicos y a mejorar la eficiencia en la gestión de los datos clínicos (Branco Rafael, 2012). Sin embargo, a medida que la IA se integra más profundamente en la medicina, también surgen importantes factores éticos y de responsabilidad.

Este artículo explorará el impacto de la IA en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, con un enfoque particular en las consideraciones éticas y de responsabilidad. Primero, analizaremos cómo se utiliza la IA en el diagnóstico de enfermedades, incluyendo ejemplos de aplicaciones y casos de éxito, así como una discusión de los beneficios y desafíos asociados. A continuación, examinaremos el uso de la IA en el tratamiento de enfermedades, proporcionando ejemplos de aplicaciones y casos de éxito, discutiendo los beneficios y desafíos.

En la tercera sección, abordaremos las consideraciones éticas en el uso de la IA en medicina. También proporcionaremos posibles soluciones y recomendaciones para abordar estos desafíos. Se concluye con un resumen de los puntos principales discutidos en el artículo, así como reflexiones y perspectivas futuras sobre el uso de la IA en medicina.

DESARROLLO

La IA en el diagnóstico de enfermedades

La Inteligencia Artificial (IA) se ha utilizado en una gran variedad de campos médicos para promover el desarrollo terapéutico. El desarrollo de diversas técnicas de IA también ha contribuido a las detecciones tempranas y diagnósticos de enfermedades. Sin embargo, se han planteado preocupaciones sobre el valor de la IA avanzada en el diagnóstico de enfermedades por parte de profesionales de la salud, proveedores de servicios médicos y responsables de la toma de decisiones en políticas de salud (Shen et al., 2019).

La causa más frecuente de demencia, además de ser una enfermedad neurodegenerativa grave es el padecimiento de Alzheimer, que sirve como ejemplo de ello. Actualmente no hay medicamentos disponibles para detener o retrasar la progresión de la enfermedad de Alzheimer (Mena et al., 2020). Sin embargo, existe un consenso cada vez mayor de que las terapias modificadoras de la enfermedad deben concentrarse en las etapas preclínicas y de deterioro cognitivo leve de la enfermedad, que son las etapas más tempranas de la afección. Hacer un diagnóstico de la enfermedad de Alzheimer y proporcionar un pronóstico (probabilidad de desarrollar la enfermedad de Alzheimer) en estas primeras etapas son tareas difíciles, pero son posibles con la ayuda de imágenes multimodales, que incluyen imágenes por resonancia magnética (MRI), la exploración de positrones con fluorodesoxiglucosa (FDG-PET), la PET de amiloide y la recientemente introducida tau-PET, que proporcionan información diversa pero complementaria (Liu et al., 2018).

La IA también puede ayudar a los profesionales de la salud con una gama de atención al paciente y sistemas de salud inteligentes, en el diagnóstico de enfermedades, el desarrollo de nuevos medicamentos y la identificación de los riesgos de los pacientes. Las técnicas de IA que van desde el aprendizaje automático hasta el aprendizaje profundo, son ampliamente utilizadas en el cuidado de la salud (Kumar et al., 2021).

Algunos ejemplos de aplicaciones exitosas de IA en el diagnóstico de enfermedades son:

Para clasificar con precisión las imágenes de degeneración macular y retinopatía diabética, se creó un sistema de inteligencia artificial, que utiliza técnicas de aprendizaje por transferencia. En las radiografías de tórax, la diferencia entre neumonía viral y bacteriana era claramente visible. En términos de imágenes biomédicas, este sistema tiene el potencial para aplicaciones muy importantes (Kermany et al., 2018).

Se creó un algoritmo de aprendizaje profundo con el fin de diagnosticar COVID-19 utilizando imágenes de tomografía computarizada (TC) en respuesta a la pandemia de COVID-19. Cuando se trataba de categorizar COVID-19 y otras enfermedades de neumonía viral, este algoritmo funcionó tan bien como lo hicieron los expertos humanos (Wang et al., 2021).

Otro estudio utilizó diez redes neuronales convolucionales conocidas para separar la infección por COVID-19 de otros casos de neumonía. Con tasas de precisión del 85,2% y 90,0%, respectivamente, ResNet-101 y Xception



superaron a todas las demás redes (Abbasian Ardakani et al., 2020). La investigación sobre la aplicación de la inteligencia artificial como sistema predictivo y pronóstico de apoyo a la decisión, particularmente en pacientes hospitalizados e ingresados en cuidados intensivos (Neri et al., 2020).

En cuanto a las ventajas y dificultades se pueden destacar las siguientes:

Beneficios:

Ganancias en eficiencia y eficacia: los sistemas de IA pueden aumentar la productividad y la eficacia de los procedimientos utilizados en el diagnóstico, monitoreo y tratamiento de enfermedades. Los hospitales, por ejemplo, están utilizando sistemas habilitados para IA con el objetivo de ayudar a los médicos a diagnosticar y tratar pacientes con una variedad de enfermedades (Lee y Yoon, 2021).

Diagnóstico temprano y preciso: la IA tiene el potencial de ayudar en el diagnóstico temprano y preciso de enfermedades, lo que puede conducir a mejores resultados para el tratamiento clínico. Por ejemplo, para clasificar de manera efectiva las imágenes de degeneración macular y retinopatía diabética, se desarrolló un sistema de inteligencia artificial que utiliza técnicas de aprendizaje por transferencia (Kermany et al., 2018).

Análisis de datos de pacientes: los sistemas de IA tienen la capacidad de analizar grandes volúmenes de datos de pacientes para ayudar a los médicos a identificar patrones y tendencias que puedan identificar una enfermedad o riesgo de enfermedad, basándose en la información consignada en el historial clínico informatizado que facilita el aprendizaje automático, teniendo en cuenta criterios de seguridad informática para el manejo de la información del paciente (Díaz & Choque, 2021). Este aspecto, representa un instrumento para la mejora en la calidad de los servicios de salud teniendo como pilar fundamental la necesidad del paciente y de las poblaciones, mediante el uso razonable de dicha información.

Atención médica en áreas de difícil acceso: mediante la telemedicina es posible llevar la atención sanitaria a lugares remotos, empleando dispositivos móviles y aplicaciones basadas en IA para emitir diagnósticos y tratamientos sin asistir a un centro médico, permitiendo que los pacientes accedan a una atención médica de calidad desde cualquier lugar y en cualquier momento (Ocronos, 2023). Esto también puede representar una disminución en los costos relacionados con la prestación del servicio, aliviando la

carga financiera y laboral al reducir el trabajo del personal sanitario (Frąckiewicz, 2023).

La IA puede ayudar a personalizar los tratamientos para los pacientes, lo que puede mejorar la eficacia del tratamiento y los resultados del paciente.

Desafíos:

Cuestiones éticas y legales: una gran parte de la investigación sobre las intervenciones impulsadas por la IA en la salud global no describe las cuestiones éticas, legales o prácticas necesarias para su uso generalizado o su despliegue extensivo (Schwalbe & Wahl, 2020).

Interpretabilidad y transparencia: existen problemas con la confiabilidad y la interpretabilidad cuando se utilizan algoritmos de soporte de decisiones clínicas para imágenes médicas. Al enfatizar las regiones que ha detectado la red neuronal, se puede dar un diagnóstico más claro y comprensible (Kermany et al., 2018).

Validación de aplicaciones clínicas: a pesar de los avances tecnológicos, la aplicación clínica de la IA aún requiere verificación. Para promover el uso equitativo y ético, la comunidad mundial de la salud deberá actuar rápidamente para establecer estándares para el desarrollo, las pruebas y el uso, así como para crear una agenda de investigación impulsada por el usuario (Dlamini, Francies, Hull y Marima, 2020).

La IA en el tratamiento de enfermedades

Los avances tecnológicos mediante la implementación de IA, han permitido la creación de dispositivos y equipos médicos más precisos y efectivos, no sólo para el diagnóstico sino también para el tratamiento de enfermedades (Rodríguez et al., 2020.). De igual forma han permitido el desarrollo de terapias más personalizadas y específicas para cada paciente.

Dado que permite intervenciones más precisas e individualizadas, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta útil en el tratamiento de enfermedades. La aplicación de algoritmos de aprendizaje profundo en la batalla contra la enfermedad por coronavirus (COVID-19) es un ejemplo notable. Un estudio realizado por (Li et al., 2021) usando un algoritmo de aprendizaje profundo, examinó imágenes de tomografía computarizada (TC) para encontrar COVID-19, brindando un diagnóstico clínico antes de las pruebas patológicas y asegurando un tiempo crucial para el manejo de la enfermedad. El estudio recopiló 1065 tomografías computarizadas de pacientes



con infecciones confirmadas por COVID-19 y las comparó con tomografías de pacientes a los que se les había diagnosticado previamente una neumonía viral típica. El 79,3 % en validación externa y el 89,5 % en validación interna fueron las tasas de precisión generales para el algoritmo de aprendizaje profundo modificado. El algoritmo también predijo 46 imágenes positivas de COVID-19 de 54 imágenes de COVID-19 con una precisión del 85 % cuando los dos primeros resultados de la prueba de ácido nucleico fueron negativos.

Estos hallazgos proporcionan una prueba de concepto para la aplicación de inteligencia artificial a la extracción de características radiológicas para el diagnóstico rápido y preciso de COVID-19.

Esta es solo una ilustración de cómo se puede aplicar la IA al tratamiento de enfermedades, lo que permite intervenciones más rápidas y precisas que pueden mejorar los resultados de los pacientes.

Ejemplos de aplicaciones y casos de éxito:

Numerosos casos de éxito demuestran el potencial de la IA como herramienta útil en el tratamiento de enfermedades. A continuación, se ilustran algunos casos.

COVID-19 e IA: un estudio reciente examinó las formas en que la IA se ha aplicado a varias facetas de la crisis de COVID-19. Los investigadores identificaron aplicaciones que abordan los problemas de COVID-19 en varias escalas, incluidas la molecular, clínica y social. Desde un punto de vista molecular, la IA se ha utilizado para descubrir fármacos nuevos o existentes con fines terapéuticos (Bullock et al., 2020). Desde el punto de vista clínico, la IA ha ayudado en el diagnóstico y ha evaluado el pronóstico mediante pruebas no invasivas e imágenes médicas. La IA se ha utilizado para rastrear la epidemia y su infodemia asociada desde una perspectiva social mediante la combinación de varias fuentes de datos. Para aprovechar al máximo el potencial de la IA tanto en esta como en futuras pandemias, los autores del estudio enfatizan la importancia de la cooperación internacional (Topol, 2019).

La IA como herramienta para el tratamiento del cáncer: Esteva et al. han demostrado el valor de la IA como herramienta para el tratamiento del cáncer (2019). Por ejemplo, la IA se ha utilizado para crear algoritmos que pueden pronosticar cómo reaccionará un paciente a varios tratamientos contra el cáncer. Para hacer sus predicciones, estos algoritmos combinan datos de imágenes clínicas, genómicas y médicas. Mediante el uso de este método, los médicos pueden adaptar su atención a las necesidades

específicas de cada paciente, mejorando los resultados y minimizando los efectos secundarios.

Según Ting et al., la IA se está utilizando en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares. (2019). Las enfermedades cardiovasculares también se han tratado con IA. El riesgo de un paciente de sufrir un ataque cardíaco o un derrame cerebral, por ejemplo, se puede predecir utilizando algoritmos de IA. Estos algoritmos basan sus predicciones en una combinación de datos clínicos, de laboratorio y de imágenes médicas. Ley et al. descubrió que este método puede ayudar a los médicos a identificar a los pacientes con mayor riesgo e intervenir antes para prevenir estos eventos. (2020).

Se ha demostrado que el uso de IA en el control de la diabetes es beneficioso (Kanne, 2020). Como lo es el caso en el que se han creado sistemas de inteligencia artificial (IA) que puede monitorear continuamente los niveles de glucosa en sangre de un paciente y ajustar automáticamente la dosis de insulina que requieren (Burton et al., 2021). Según Huang et al., esta estrategia puede ayudar a los pacientes a mantener los niveles de glucosa en sangre en un rango saludable, reduciendo así el riesgo de complicaciones a largo plazo por la diabetes. (2020).

Estos son solo algunos ejemplos de cómo se aplica la IA al tratamiento de enfermedades. Probablemente veremos más y más aplicaciones de IA en esta área a medida que se desarrolle la tecnología.

Con sus múltiples ventajas, la inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una potente herramienta en el tratamiento de enfermedades: puede mejorar la eficacia y la precisión del diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, lo que puede conducir a mejores resultados para los pacientes (Topol, 2019). Además, la IA puede ayudar a los médicos a administrar grandes conjuntos de datos de pacientes, lo que puede potenciar la toma de decisiones clínicas (Esteva et al., 2019), ayudar al desarrollo de nuevos objetivos terapéuticos y medicamentos y acelerar el proceso de descubrimiento de fármacos (Lei et al., 2020).

Sin embargo, el uso de la IA en el tratamiento de enfermedades se enfrenta a obstáculos importantes. La necesidad de una gran cantidad de datos de alta calidad para entrenar modelos de IA es uno de los principales obstáculos. Esta recopilación de datos puede ser costosa, llevar mucho tiempo y estar plagada de problemas de seguridad y privacidad (Kanne, 2020). La utilidad de los modelos de IA en la práctica clínica también puede verse limitada por la dificultad de interpretar sus predicciones (Burton et al., 2021). La adopción de IA también puede verse obstacu-

lizada por la limitación de cambios significativos en la infraestructura y la capacitación del personal que pueden ser necesarios para su implementación en la industria de la salud (Ho et al., 2019). En ese sentido, si bien la IA tiene el potencial de revolucionar la forma en que se tratan las enfermedades, es fundamental abordar estos problemas para maximizar los efectos positivos y reducir los negativos.

Ética y responsabilidad en el uso de la IA en medicina

El uso de la IA en medicina implica importantes consideraciones éticas y de responsabilidad. Surgen varios problemas de estas características a medida que la IA se incorpora plenamente en la atención médica.

La protección de la información personal y la privacidad es lo primero. Para entrenar y mejorar sus algoritmos, los sistemas de IA con frecuencia necesitan una gran cantidad de datos. La información altamente privada de los pacientes puede incluirse en estos datos. Por lo tanto, es crucial asegurarse de que estos datos se manejen de forma segura y privada y que se obtenga el consentimiento informado de los pacientes antes de su uso (Samuel y Coiera, 2020). La tecnología debe ser diseñada para proteger la integridad y la seguridad de los usuarios, y estos, deben tener acceso a información clara y precisa acerca de cómo se están utilizando sus datos.

En segundo lugar, es esencial ser abierto y comprensible. Según Char, Shah y Magnus (2018), los médicos y los pacientes deben poder comprender cómo los sistemas de IA llegan a sus conclusiones. Esto es crucial para los sistemas de IA de “caja negra”, que basan sus decisiones en algoritmos intrincados que pueden ser difíciles de comprender incluso para los expertos.

Tercero, la no discriminación y la equidad son consideraciones éticas cruciales. Los sistemas de IA deben desarrollarse y aplicarse de manera que no refuercen ni exacerben las desigualdades en la atención médica ya existentes. Según Rajkomar, Hardt, Howell, Corrado y Chin (2018), los sistemas de IA pueden reproducir o amplificar los sesgos en la industria de la salud si están capacitados con datos que reflejen estos sesgos. La tecnología debe ser utilizada de manera justa e igualitaria, sin discriminación por motivos de raza, orientación sexual, género, religión u otras características subjetivas o personales.

No se puede exagerar la importancia de la rendición de cuentas y la responsabilidad. Debe quedar claro quién es responsable de las decisiones tomadas por los sistemas de IA cuando se utilizan en la industria de la salud. Dado

que los sistemas de IA pueden “aprender” y evolucionar con el tiempo, esto puede ser particularmente difícil.

En otras palabras, el uso ético y responsable de la IA en medicina requiere un enfoque cuidadoso y reflexivo. Para abordar estos problemas éticos y garantizar que la IA se utilice de manera que beneficie a los pacientes y mejore la atención médica, es crucial que los profesionales de la salud, los desarrolladores de IA, los reguladores y otras partes interesadas trabajen en conjunto y no dejen de lado el componente de humanización en salud (Hospital Ibáñez & Guallart Calvo, 2004).

Por otro lado, la rendición de cuentas y la responsabilidad son componentes esenciales del uso de la IA en medicina. Es fundamental brindar soluciones que aborden la transparencia y la auditabilidad sin requerir una reducción en la complejidad del algoritmo o eludir el problema de la opacidad epistémica debido a la complejidad metodológica y la opacidad epistémica de la IA médica (Durán & Formanek, 2021).

Como remedio a la opacidad epistémica, se plantea la idea de “confiabilidad computacional” (CR). Sin tener que depender de algoritmos externos o renunciar por completo a los algoritmos de caja negra, CR proporciona una justificación epistémica para la creencia de que un algoritmo es confiable y sus resultados son confiables. En lugar de intentar abordar la opacidad epistémica, CR propone reconocer nuestras limitaciones cognitivas en la supervisión de algoritmos y sortear los problemas epistémicos, dando razones para creer en el algoritmo y sus resultados (Durán & Formanek, 2021).

Una representación de esto sería un sistema de inteligencia artificial de “caja negra” utilizado para determinar las dosis de quimioterapia requeridas para varios tipos de cáncer. Según CR, los profesionales médicos tienen buenas razones para creer que la salida de este sistema de IA es precisa porque la salida precisa generalmente ha sido producida por un algoritmo de IA preciso (Durán & Formanek, 2021).

Pero más allá de la precisión del algoritmo, existen responsabilidades y rendición de cuentas en el uso de la IA en medicina. Cualquiera que sea el nivel de transparencia del algoritmo, es deber del médico interpretar y contextualizar los resultados entregados por la IA. También deben ser capaces de lidiar con el riesgo, la incertidumbre y otros factores, así como con cuestiones éticas que obviamente no pueden resolverse solo con datos (Durán & Formanek, 2021).

En definitiva, a pesar de que los algoritmos de IA pueden ofrecer información útil y confiable para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, la responsabilidad final recae en los médicos y otros profesionales de la salud que emplean estos algoritmos en su práctica.

Hay muchos obstáculos que superar al implementar la IA en medicina, pero también hay soluciones y sugerencias para hacerlo. Algunos de estos pueden incluir: establecer procesos que permitan una conversación continua e interdisciplinaria con expertos en ética, derecho, filosofía, economía y otras ciencias sociales, así como con organizaciones de pacientes, desde el inicio del proyecto y a lo largo de su ejecución (Torres -Padilla et al., 2020). A medida que se desarrolla el campo, a diferencia de cuando la tecnología está completamente desarrollada, esta discusión puede ayudar a identificar y evaluar los problemas éticos relacionados con las nuevas tecnologías biomédicas.

Para enseñar a las generaciones más jóvenes, así como a los médicos e investigadores en ejercicio, sobre las implicaciones sociales de la investigación y el uso de la tecnología, es imperativo establecer módulos de ética que deben ser siempre tenidos en cuenta (Palacios Ceña, 2008).

Los consorcios internacionales deben desempeñar un papel clave en la implementación de procesos estandarizados que respalden el intercambio de datos de manera ética, al mismo tiempo que dirigen ideas y recomendaciones de una amplia gama de partes interesadas a los formuladores de políticas (Torres-Padilla et al., 2020).

Es fundamental permitir el uso transparente, equitativo y legal de la información. Los interesados siempre conservan importantes derechos y prerrogativas de control sobre los datos (OEA, 2021).

Para crear soluciones basadas en IA con amplia aplicabilidad, es esencial utilizar conjuntos de datos inclusivos y representativos derivados de investigaciones de alta calidad (Torres-Padilla et al., 2020).

Siguiendo estos principios, los avances tecnológicos en cuanto a IA se pueden utilizar de forma ética y responsable. Además, es importante seguir las normas y políticas que rigen el uso de la tecnología en salud en diferentes países e industrias para garantizar que se cumplan los estándares éticos y legales apropiados.



CONCLUSIONES

La inteligencia artificial (IA) está transformando rápidamente el campo de la medicina, desde el diagnóstico hasta el tratamiento de enfermedades. A través de su capacidad para procesar grandes cantidades de datos y aprender de ellos, la IA tiene el potencial de mejorar la precisión del diagnóstico, personalizar los tratamientos y mejorar los resultados de los pacientes. Sin embargo, esta tecnología debe ser utilizada para el beneficio social y para mejorar la calidad de vida de las personas, siempre, teniendo en cuenta los valores humanos, el impacto en la sociedad y el medio ambiente.

En general, la IA puede ser un recurso valioso para ayudar a los profesionales en salud a diagnosticar y tratar enfermedades de manera más precisa y eficiente. Sin embargo, es importante resaltar que la inteligencia artificial no puede reemplazar la experiencia y el juicio clínico de un profesional, sino debe ser utilizada como una herramienta complementaria para ayudar en la realización de procesos, toma de decisiones informadas y mejorar la prestación de servicios de salud. En este aspecto, es necesario tener en cuenta que a menudo esta tecnología resulta costosa y puede ser difícil de financiar, por lo que es importante considerar cómo se asignan los recursos para la tecnología médica y si su costo es justificado en relación con sus beneficios.

En el presente documento se ha discutido varios ejemplos de cómo la IA se está utilizando en la medicina, desde la detección de enfermedades de la piel hasta la personalización de los tratamientos de quimioterapia. También hemos explorado los beneficios y desafíos asociados con el uso de la IA en medicina, incluyendo cuestiones de privacidad y seguridad de los datos, transparencia y explicabilidad, equidad y no discriminación, y responsabilidad y rendición de cuentas.

En términos de ética y responsabilidad, hemos destacado la importancia de garantizar la privacidad y la seguridad de los datos, de proporcionar transparencia y explicabilidad en las decisiones de la IA, de garantizar la equidad y la no discriminación en el uso de la IA, y de establecer claridad en términos de responsabilidad y rendición de cuentas.

Para abordar estos desafíos, hemos propuesto varias soluciones y recomendaciones, incluyendo la promoción de la interdisciplinariedad y el diálogo continuo, la comunicación constante con los diferentes sectores involucrados, la formación en ética, la gobernanza de los datos, el consentimiento informado, la representatividad y la inclusión en los conjuntos de datos, así como la equidad y el acceso a la atención médica.

A medida que la IA continúa avanzando y se integra más profundamente en la medicina, es esencial que sigamos abordando estos desafíos éticos y de responsabilidad. La IA tiene un enorme potencial para mejorar la atención médica, pero también debemos ser conscientes de sus limitaciones y riesgos.

En el futuro, es probable que veamos un mayor uso de la IA en la medicina, así como avances en la capacidad de la IA para procesar y aprender de los datos. Sin embargo, también es crucial que sigamos trabajando para garantizar que la IA se utilice de manera ética y responsable, en beneficio de todos los pacientes.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abbasian Ardakani, A., Kanafi, A. R., Acharya, U. R., Khadem, N., & Mohammadi, A. (2020). Application of deep learning technique to manage COVID-19 in routine clinical practice using CT images: Results of 10 convolutional neural networks. [Link](<https://doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.103795>)
- Baena, A., De Manuel, A., Demenech, M., Farmer, H., & Ribera, J. (2023). Inteligencia artificial en salud. Retos éticos y científicos. [Link] (https://www.fundaciogrifols.org/documents/4438882/5272129/Q63_inteligencia_artificial.pdf/f39d331c-1449-9ae1-5d21-a5e45fa10777?t=1681981895313)
- Bullock, J., Luccioni, A., Pham, K. H., Lam, C. S. N., & Luengo-Oroz, M. (2020). Mapping the landscape of artificial intelligence applications against COVID-19. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 69, 807-845. <https://doi.org/10.1613/jair.1.12179>
- Char, D. S., Shah, N. H., & Magnus, D. (2018). Implementing machine learning in health care—addressing ethical challenges. *New England Journal of Medicine*, 378(11), 981-983. <https://doi.org/10.1056/NEJMp1714229>
- Díaz, K. I. M., & Choque, M. M. D. S. (2021). Impacto y regulación de la Inteligencia Artificial en el ámbito sanitario. *Revista IUS*, 15(48), 77-113.
- Dlamini, Z., Francies, F. Z., Hull, R., & Marima, R. (2020). Advances in the application of machine learning technologies in the field of drug design and repurposing. *Computers in Biology and Medicine*, 124, 103960. <https://doi.org/10.1016/j.csbj.2020.08.019>
- Durán, J. M., & Formanek, N. (2021). Can medical practice be justified in a black box? A conceptual sketch of explainability in the age of medical AI. *Journal of Medical Ethics*, 47(5), 329-335. doi:10.1136/medethics-2020-106820
- Esteva, A., Kuprel, B., Novoa, R. A., Ko, J., Swetter, S. M., Blau, H. M., & Thrun, S. (2019). Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature*, 542(7639), 115-118. <https://doi.org/10.1038/nature21056>
- Frąckiewicz, M. (2023, abril 16). IA y telemedicina: Cómo los sistemas inteligentes están revolucionando la prestación remota de atención médica. TS2 SPACE. <https://ts2.space/es/ia-y-telemedicina-como-los-sistemas-inteligentes-estan-revolucionando-la-prestacion-remota-de-atencion-medica/>
- Hospital Ibáñez, M. L., & Guallart Calvo, R. (2004). Humanización y tecnología sanitaria ante el proceso final de la vida. *Index de Enfermería*, 13(46), 49-53.
- Kanne, J. P. (2020). Chest CT Findings in 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Infections from Wuhan, China: Key Points for the Radiologist. *Radiology*, 295(1). <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200241>
- Kermany, D., Goldbaum, M., Cai, W., Valentim, C. C. S., Liang, H., Baxter, S. L., ... & Zhang, K. (2018). Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning. [Link](<https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.02.010>)
- Kermany, D., Goldbaum, M., Cai, W., Valentim, C. C. S., Liang, H., Baxter, S. L., ... & Zhang, K. (2018). Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning. *Cell*, 172(5), 1122-1131.e9. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2018.02.010>
- Kumar, Y., Koul, A., Singla, R., & Ijaz, M. (2021). Artificial intelligence in disease diagnosis: a systematic literature review, synthesizing framework and future research agenda. [Link](<https://doi.org/10.1007/s12652-021-03612-z>)
- Lee, D., & Yoon, S. H. (2021). Application of Artificial Intelligence-Based Technologies in the Healthcare Industry: Opportunities and Challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 271. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010271>
- Lei, J., Li, J., Li, X., & Qi, X. (2020). CT Imaging of the 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. *Radiology*, 295(1). <https://doi.org/10.1148/radiol.2020200236>
- Li, L., Qin, L., Xu, Z., Yin, Y., Wang, X., Kong, B., Bai, J., Lu, Y., Fang, Z., Song, Q., Cao, K., Liu, D., Wang, G., Xu, Q., Fang, X., Zhang, S., Xia, J., & Xia, J. (2021). Artificial intelligence distinguishes COVID-19 from community acquired pneumonia on chest CT. *Radiology*, 296(2), E65-E71. [Link](<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00330-021-07715-1.pdf>)
- Liu, X., Chen, K., Wu, T., Weidman, D., Lure, F., & Li, J. (2018). Use of multimodality imaging and artificial intelligence for diagnosis and prognosis of early stages of Alzheimer's disease. [Link](<https://doi.org/10.1016/j.trsl.2018.01.001>)
- Mena, R., Vidal, J., Cuadra, C., Iglesias, S. (2020). Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en Enfermedad de Alzheimer en Hospital Clínico Herminda Martin de Chillán, Chile. [Link](<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/10/1122415/revista-anacem-141-18-23.pdf>)
- Mojas Jose. (2023). El papel de la IA en la detección temprana de enfermedades I LinkedIn. (s. f.). [Link] (<https://www.linkedin.com/pulse/el-papel-de-la-ia-en-detecci%25C3%25B3n-temprana-enfermedades-monjas-recalde/?trackingId=a-LLIJZ2CSSCEe7UDyvGNMw%3D%3D>)



- Neri, E., Miele, V., Coppola, F., & Grassi, R. (2020). Use of CT and artificial intelligence in suspected or COVID-19 positive patients: statement of the Italian Society of Medical and Interventional Radiology. [Link] (<https://doi.org/10.1007/s11547-020-01197-9>)
- Ocronos, R. (2023, abril 10). La inteligencia artificial en diagnóstico médico: Descubriendo sus potenciales beneficios. Ocronos - Editorial Científico-Técnica. <https://revistamedica.com/inteligencia-artificial-diagnostico-medico-beneficios/>
- Organización de Estados Americanos. (2021). Principios Actualizados sobre la Privacidad y la Protección de Datos Personales. [Link] (https://www.oas.org/es/sla/cji/docs/Publicacion_Proteccion_Datos_Personales_Principios_Actualizados_2021)
- Palacios Ceña, D. (2008). Implicaciones éticas del uso de la técnica y la tecnología en la aplicación de cuidados. *Revista Cubana de Enfermería*, 24(1), 0-0.
- Pérez, J. A. C., Bonza, L. V. E., Rojas, L. A. C., López, R. F. H., & Reyes, Y. K. A. (s. f.). Exploración del potencial de la inteligencia artificial en la calidad del diagnóstico de.
- Rajkomar, A., Hardt, M., Howell, M. D., Corrado, G., & Chin, M. H. (2018). Ensuring fairness in machine learning to advance health equity. *Annals of Internal Medicine*, 169(12), 866-872. <https://doi.org/10.7326/M18-1990>
- Rodríguez, M., Edgardo, E., Espinosa, M., Alberto, J., Garzón, T., & María, D. (2020.). Uso de la ciencia de datos y herramientas tecnológicas para el mejoramiento en la prestación del cuidado de la salud.
- Samuel, G., & Coiera, E. (2020). The ethics of artificial intelligence in health. *Nature Medicine*, 26(10), 1491-1493. <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0824-5>
- Schwalbe, N., & Wahl, B. (2020). Artificial intelligence and the future of global health. *The Lancet*, 395(10236), 1579-1586. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30226-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30226-9)
- Shen, J., Zhang, C. J. P., Jiang, B., Chen, J., Song, J., Liu, Z., ... & Ming, W. K. (2019). Artificial Intelligence Versus Clinicians in Disease Diagnosis: Systematic Review. [Link](<https://doi.org/10.2196/10010>)
- Ting, D. S. W., Pasquale, L. R., Peng, L., Campbell, J. P., Lee, A. Y., Raman, R., Tan, G. S. W., Schmetterer, L., Keane, P. A., & Wong, T. Y. (2019). Artificial intelligence and deep learning in ophthalmology. *The British Journal of Ophthalmology*, 103(2), 167-175. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2018-313173>
- Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44-56. <https://doi.org/10.1038/s41591-018-0300-7>
- Wang, S., Kang, B., Ma, J., Zeng, X., Xiao, M., Guo, J., ... & Xu, B. (2021). A deep learning algorithm using CT images to screen for Corona virus disease (COVID-19). [Link](<https://doi.org/10.1007/s00330-021-07715-1>)

NOTAS

¹Ingeniera biomédica. Especialización en gerencia de la calidad en salud. Correo: lcsinisterra@sena.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9827-0778>

²Ingeniero electrónico. Magíster en ingeniería electrónica. Correo: gamarillo@ucundinamarca.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1814-6537>

³Ingeniero de telecomunicaciones. Especialización en teleinformática. Maestría en ciencias de la informática y las comunicaciones. Correo: nagudeloc@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1247-7696>

Revisión



Imagen de wavebreakmedia - www.freepik.es

EL MARCO DE LA FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL DEL SENA Y LA EDUCACIÓN INTERPROFESIONAL EN TIEMPOS DE PANDEMIA

THE FRAMEWORK OF SENA'S COMPREHENSIVE VOCATIONAL TRAINING AND INTERPROFESSIONAL EDUCATION IN TIMES OF PANDEMICS

Adriana Lucía Dueñas Garzón¹
Mónica Marcela Juyó Macías²
Diana Stephanie Leguizamón Rojas³

⁴Andrés Alejandro Upegui Castillo
⁵Diego Antonio Meza Aparicio

RESUMEN

Se hace énfasis en el marco de referencia de la Formación Profesional Integral y la Educación Interprofesional en tiempos de Pandemia, priorizando las formas en cómo se asumen y operativizan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Se resalta también cómo algunos de sus postulados teóricos pueden combinarse y complementarse, al tiempo que contribuyen y favorecen la organización, planificación y orientación de nuevas y mejores experiencias educativas. Si bien la Formación Profesional Integral (FPI) situada en el marco institucional SENA y la Educación Interprofesional (EIP) poseen sus propios fines y centros de interés también presentan aspectos comunes. **Objetivo:** Presentar en una visión de conjunto las bases teóricas y conceptuales que sustentan los enfoques de la Formación Profesional Integral, situada en el marco institucional SENA, y la Educación Interprofesional en salud en tiempos de Pandemia. **Metodología:** se realizó un estudio cualitativo, descriptivo documental. Muestra: Publicaciones sobre Educación Interprofesional abril 2020 a abril 2022; publicaciones sobre Formación Profesional Integral 1994 a 2019, recopiladas en una matriz de soporte científico para su análisis. **Conclusiones:** La Educación Interprofesional fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación de la Formación Profesional Integral a partir del trabajo colaborativo promoviendo la adquisición de conocimiento, desarrollo de habilidades y destrezas en el marco de las competencias específicas, transversales e interprofesionales en contextos reales de aprendizaje con la participación de equipos interprofesionales, reflejándose en el aprendizaje significativo y sin duda en una sinergia importante del proceso de la Formación Profesional Integral y la Educación Interprofesional.

Palabras clave:

Educación Interprofesional, Aprendizaje activo, Competencia Profesional

ABSTRACT

This writing emphasizes the reference framework of Comprehensive Vocational Training and Interprofessional Education in times of pandemic, prioritizing the ways in which teaching-learning processes are assumed and operationalized. It is also highlighted how some of its theoretical postulates can be combined and complemented, while contributing and favoring the organization, planning and orientation of new and better educational experiences. Although Comprehensive Vocational Training (FPI) located in the SENA institutional framework and Interprofessional Education (EIP) have their own purposes and centers of interest, they also have common aspects. **Objective:** To present in an overview the theoretical and conceptual bases that support the approaches of Comprehensive Vocational Training (FPI) located in the SENA institutional framework and Interprofessional Education (EIP) in health in times of Pandemic. **Methodology:** Type of study: Qualitative, descriptive, documentary study. Sample: Publications on Interprofessional Education April 2020 to April 2022; publications on Comprehensive Vocational Training from 1994 to 2019, compiled in a scientific support matrix for analysis. **Conclusions:** Interprofessional Education strengthens the teaching-learning-assessment process of Comprehensive Vocational Training based on collaborative work, promoting the acquisition of knowledge, development of abilities and skills within the framework of specific, transversal and interprofessional competencies in real learning contexts with the participation of interprofessional teams, which is reflected in significant learning and undoubtedly in an important synergy of the process of Comprehensive Vocational Training and Interprofessional Education.

Key words:

Interprofessional Education, Active Learning, Professional Competence

INTRODUCCIÓN

El fenómeno de la educación siempre ha sido un tema recurrente por tratar y debatir en la historia de las ideas cualquiera sea su perspectiva. Bien sea desde la institucionalidad política, económica, cultural, académica o pedagógica, su problematización siempre ha sido abordada. Su importancia es tal, que podría decirse que es asunto de todos y se la somete a permanente discusión porque de ella depende en gran medida que la vida social sea posible y que los seres humanos alcancen mejores formas de perfectibilidad.

Según como cada sociedad estime y priorice la educación, del mismo modo será su nivel de desarrollo en términos de su organización política, convivencia, bienestar social, progreso económico-productivo, crecimiento moral y sensibilidad frente a los valores del arte, la cultura, la vida y el mundo. Siendo su objeto y naturaleza importante para salvaguardar el bien del individuo y el bien de la colectividad, su reflexión y puesta en práctica es cuestión ineludible.

En la medida en que el fenómeno de la educación ha sido repensado y reconceptualizado a través de la historia de las ideas y de la cultura, distintas han sido las perspectivas que han surgido para dilucidar y posibilitar su mejor comprensión en términos de su naturaleza, fines, organización curricular y metodológica, función social y su práctica concreta.

Es aquí, precisamente, desde la diversidad de perspectivas surgidas que aportan al problema de la educación, donde ubicamos el pretexto del presente escrito, para mostrar los planteamientos que ofrecen los enfoques de la Formación Profesional Integral (FPI) en contexto SENA y la Educación Interprofesional (EIP) en el marco de la Pandemia y la manera cómo abordan la relación entre la práctica pedagógica y el proceso de aprendizaje.

A continuación, se expondrán los postulados teóricos y conceptuales de la Formación Profesional Integral (FPI) SENA y la Educación Interprofesional (EIP), haciendo énfasis en sus aspectos claves, relevantes y de cómo podrían converger en una relación interactiva de enseñanza aprendizaje.

MATERIALES Y MÉTODO

Se trata de un estudio cualitativo de corte descriptivo. Se trabajó con publicaciones científicas sobre Educación Interprofesional entre abril 2020 a abril 2022; publicaciones sobre Formación Profesional Integral 1994 a 2019. Para lo cual se realizó una investigación documental descriptiva a partir de fuentes de información electrónicas consultando bases de datos, Journals y repositorios académicos tales como Pubmed, Redalyc, Proquest, Elsevier, Journal of Interprofessional Care, SciELO, Repositorio SENA, Cinterfor y en el buscador Google académico. La búsqueda bibliográfica tuvo como criterio de inclusión el periodo comprendido entre abril de 2020 a abril de 2022 para Educación Interprofesional y el periodo comprendido entre 1994 a 2019 para Formación Profesional Integral, utilizando los tesauros DeCS y de la UNESCO con los descriptores: educación interprofesional, aprendizaje activo, competencia profesional y las correspondientes ecuaciones de búsqueda.

Los artículos consultados fueron recopilados en una matriz de soporte científico elaborada en Excel, en la cual se consideraron criterios tales como: año de publicación, objetivo, resultados y conclusiones, con el fin de clasificar y seleccionar los artículos que por su contenido y pertinencia en la información serían soporte documental de la investigación. Se obtuvo un total de 62 artículos, 24 corresponden a Formación Profesional Integral y 38 a Educación Interprofesional a nivel nacional e internacional.

RESULTADOS

A continuación, se relacionan los resultados más significativos dentro de la comprensión de la FPI y la EIP, desde un marco que integra la visión teórica general hasta la implementación en el CFTHS, mediante once apartados que permiten observar su valor investigativo y pedagógico para la formación en salud.

a. Aproximación conceptual de la Formación Profesional Integral

El concepto de Formación Profesional Integral viene construyendo su propia historia y mundo nocional en relación con el fenómeno de la educación y el abordaje de algunos de sus problemas centrales como lo son el de sus fines, organización curricular, procedimientos metodológicos, proceso de enseñanza-aprendizaje, sujetos de enseñanza-aprendizaje y la concepción integrada del ser humano.

Para lograr un mejor acercamiento respecto a su consistencia revisaremos la especificidad propia de los vocablos

presentes en su composición (formación) - (profesional) - (integral) y posteriormente entender su relación vinculante en la visión del conjunto, hecha la tarea, iremos al origen del término en el contexto institucional SENA.

El concepto de formación se lo puede ubicar desde sus inicios en relación con la educación y cultura griega (Paideia) entendida como proceso de construcción consciente (Jaeger, 1997) que integraba la cultura de la sociedad con la creación individual (Gadotti, 2003) y la vida comunitaria, se lo puede situar también en la mística medieval en relación con la idea que cada ser humano debe desarrollar la imagen de Dios que lleva en sí (Vargas, 2010), para ser abordada luego en el periodo del humanismo renacentista, pasando por la ilustración y afianzarse con creces en el pensamiento filosófico y pedagógico del romanticismo alemán del siglo XIX.

Es precisamente en la tradición filosófica alemana donde el vocablo 'Formación' aparecerá con toda su fuerza y profundidad asociada a la palabra Bildung para designar que lo que debe atenderse es la configuración del carácter individual, social, política, cultural y espiritual en el ser humano (Arias, 2016), idea que será desarrollada por pensadores como Humboldt, Goethe, Kant, Hegel, Schiller, Heidegger, Gadamer y otros.

Humboldt, concebía la formación (bildung) como el desarrollo armónico de las capacidades y potencialidades del individuo y su personalidad (Amar, 2002) unido al progreso de su libertad, inteligencia y sentimiento moral (Abbagnano & Visalberghi, 1992). "Algo más elevado y más interior; al modo de percibir que procede del conocimiento y del sentimiento de toda vida espiritual y ética y que se derrama armoniosamente sobre la sensibilidad y el carácter" (Gadamer, 1999, p. 39).

Goethe, orienta la formación hacia el hecho de saber expresar libremente la naturaleza propia, la preocupación por el respeto y cuidado de sí mismo, su autoafirmación, la actitud altruista y su apertura a lo social y a la naturaleza (Abbagnano & Visalberghi, 2015).

Kant (2004) parte de un hecho primario: el hombre solo puede hacerse a través de la educación y solo en ella puede perfeccionarse, sin esta no podría ser ni desarrollarse autónomamente. En este sentido emparenta bildung con cultura, con la capacidad y disposición del sujeto para actuar libremente y alcanzar su desarrollo espiritual y su orientación hacia la humanidad (Herrera, 2016).

El hombre es la única criatura que tiene que ser educada. Bajo el nombre de educación entendemos, en efecto, el cuidado (alimentación, conservación), la disciplina (crian-

za) y la instrucción junto a la formación. El hombre es, en consecuencia, lactante -alumno- y aprendiz.

La disciplina o la crianza transforman la animalidad en humanidad. Un animal es todo ya por su instinto; una razón extraña ha cuidado ya de ello en lugar de él. Pero el hombre necesita de su propia razón. No tiene instinto, y tiene que hacerse el plan de su conducta. Pero como no está inmediatamente en condiciones de hacerse, sino que llega al mundo sin estar desarrollado, otros tienen que hacerlo (Kant, 2003, p. 28)

Heidegger, plantea que la bildung está relacionada con el sentido de desarrollar e imprimir un carácter, implica dejarse guiar por una imagen (Soneira, 2015), que se convierte en una seña o camino a seguir para captar su claridad, su sentido, esto es, su ser, forjarse un destino y un proyecto de existir, un estar siendo, un construir sentido, es un desafío y apuesta por devenir en hombre (Mathov, 2014).

A su vez, Hegel (1991), entenderá bildung en relación con el despliegue del ser espiritual y racional en función del desarrollo de una alta conciencia auténticamente libre en y para sí, el hombre necesita ser formado por cuanto no es por naturaleza lo que debe ser, debe trascender su ser singular y particular para elevarse a la generalidad, esta será su permanente tarea (Gadamer, 1999).

El hombre en cuanto individuo se relaciona consigo mismo. Su deber para consigo consiste, en parte en su conservación física, y en parte en elevar [este] su ser individual a su naturaleza universal, en formarse. El hombre es, por un lado, un ser natural, en segundo lugar, es un ser espiritual, racional. (Hegel, 1991, p. 108).

Gadamer (1999), unirá bildung con el deseo y capacidad del hombre por penetrar en su interior y dar forma a lo mejor de sí mismo, a sus propias disposiciones y capacidades naturales (Silva, 2008), no se centra en un resultado sino en un proceso interior que se sigue indefinidamente, en construcción progresiva.

Por su parte, el vocablo profesional, hace relación a la preparación para el ejercicio de una profesión, trabajo, ocupación, oficio; como finalidad educativa puede rastrearse su origen en la Edad Media unida a la transmisión de saberes profesionales que desarrolla capacidades para el dominio de oficios y labores productivas (Icart, & Martín, 2017).

Su vinculación al ámbito académico obedece a los propósitos de enfatizar el aspecto del saber en función del hacer y su plano operativo técnico, el objeto de formar o educar radica en la profesionalización y en el hecho de profesar una profesión frente a las demandas y exigencias del mercado y la productividad económica, interesa que el sujeto formado desde sus aptitudes y competencias se inserte y movilice laboralmente.

Analizar por separado cada vocablo ha permitido encontrar unas pistas respecto a lo que podría representar el término Formación Profesional Integral quizás ligado a un tipo especial de educación consistente en el hecho concreto de dar forma a un sujeto humano sobre la base de unos conocimientos-aprendizajes claves que favorezcan su mejor desarrollo, cualificación ocupacional y personal.

Si esta idea anterior es constatable, la Formación Profesional Integral traerá consigo una nueva requisitoria en términos educativos atendiendo principalmente la siguiente cuestión: el punto de partida y de llegada de toda experiencia educativa será la naturaleza humana en razón de su esencia, existencia, potencialidades, desarrollo, trascendencia, plenitud.

Aclarados un tanto los conceptos que conforman el constructo de la Formación Profesional Integral y adelantándonos un poco a una posible idea o representación, indagaremos ahora por su aparición y transcurrir en el ámbito educativo colombiano a partir de los lineamientos normativos para luego situarlo en el contexto institucional SENA.

b. Lineamientos normativos en educación

La Ley General de Educación (1994), establece en su artículo 1, que “la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes”.

La misma ley establece en referencia con los fines de la educación y en consonancia con lo que dispone la Constitución Política (1991), en su artículo 67, que la educación atenderá al “pleno desarrollo de la personalidad sin más limitaciones que las que le imponen los derechos de los demás y el orden jurídico, dentro de un proceso de formación integral, física, psíquica, intelectual, moral, espiritual, social, afectiva, ética, cívica y demás valores humanos” (Artículo 5, numeral 1) y también la “formación en la práctica del trabajo, mediante los conocimientos técnicos y habilidades, así como en la valoración del mismo como fundamento del desarrollo individual y social” (Artículo 5, numeral 11).

De otra parte, la Ley 30 (1992), que organiza el servicio público de la Educación Superior, establece en su Artículo 1, que “la Educación Superior es un proceso permanente que posibilita el desarrollo de las potencialidades del ser humano de una manera integral, se realiza con posterioridad a la educación media o secundaria y tiene por objeto el pleno desarrollo de los alumnos y su formación académica o profesional”.

También establece esta ley dentro de sus objetivos “profundizar en la formación integral de los colombianos dentro de las modalidades y calidades de la Educación Superior, capacitándolos para cumplir las funciones profesionales, investigativas y de servicio social que requiere el país” (Artículo 6, numeral a).

c. Lineamientos normativos SENA

Situados en el contexto institucional SENA, surgido a partir de 1957, el enfoque de la Formación Profesional Integral, se empieza a asumir desde la visión de “dar formación profesional a los trabajadores jóvenes y adultos de las empresas aportantes, para obtener su preparación técnica mediante la enseñanza metódica de las profesiones, artes u oficios calificados y la formación de ciudadanos socialmente útiles y responsables, que posean los valores morales y culturales necesarios para el mantenimiento de la paz social, dentro de los principios de la justicia cristiana” (SENA, 1957).

La Formación Profesional Integral es el proceso mediante el cual la persona adquiere y desarrolla de manera permanente conocimientos, destrezas y aptitudes e identifica, genera y asume valores y actitudes para su realización humana y su participación activa en el trabajo productivo y en la toma de decisiones sociales (SENA, 1985).

Los objetivos de la Formación Profesional Integral son:

El Aprender a Aprender, que se orienta hacia el desarrollo de la originalidad, la creatividad, la capacidad crítica, el aprendizaje por procesos y la formación permanente. El Aprender a Hacer, en el cual se involucra ciencia, tecnología y técnica, en función de un adecuado desempeño en el mundo de la producción. El Aprender a Ser, que se orienta al desarrollo de actitudes acordes con la dignidad de la persona y con su proyección solidaria hacia los demás y hacia el mundo (SENA, 1985).

En estos nuevos lineamientos se constata el carácter que va adquiriendo el concepto de la Formación Profesional Integral en cuanto a las finalidades educativas que persigue en función de abarcar las dimensiones personales del aprendiz y el sentido de organización que debe seguir para asegurar su gestión en términos de su desarrollo operativo y sentido práctico.

Con la Ley 119 de 1994, el SENA se reestructura en su naturaleza institucional y es así como en su misión se establece la Formación Profesional Integral, como enfoque orientador de los procesos de enseñanza-aprendizaje-evaluación.

La formación profesional que imparte el SENA constituye un proceso educativo teórico-práctico de carácter integral, orientado al desarrollo de conocimientos técnicos, tecnológicos y de actitudes y valores para la convivencia social, que le permiten a la persona actuar crítica y creativamente en el mundo del trabajo y de la vida.

La formación profesional incorpora el desarrollo de valores, de habilidades de relación y de comunicación, para contribuir al fortalecimiento de la convivencia y la participación en una sociedad en conflicto, con diferencias étnicas, económicas y sociales. (SENA, 1997).

Así, por ejemplo, el proceso teórico - práctico integral atenderá al enunciado pedagógico humanista de asumir al sujeto que aprende como una realidad multidimensional competente para vincular el conocimiento con el contexto de vida bien sea en el orden social, laboral, productivo, familiar, personal.

Lo anterior evidencia que la experiencia de aprendizaje se basa en el aprender haciendo consciente que faculta a la persona para poner lo aprehendido en contexto real gracias a que comprende su dominio y utilidad concreta, en otras palabras, sabe cómo usarlo y transferirlo de manera correcta y responsable.

Desde el punto de vista del desarrollo humano integral el SENA sostiene que no solamente el nuevo trabajo sino también todo el entorno cultural y las nuevas relaciones sociales requieren de un ciudadano que pueda establecer relaciones e interrelaciones, abstraer información, interpretar símbolos, resolver problemas y tomar decisiones, orientado por sólidos valores éticos; cree además que sin esta visión es imposible para las sociedades desarrollar las ventajas competitivas en el plano de la innovación y la productividad empresarial y social y para las personas, acceder a los medios que les permitan mejorar su calidad de vida. (SENA, 1997).

De igual manera, el SENA afirma que

La Formación Profesional Integral se basa en la concepción estructural del hombre como un ser en el mundo de la vida y del trabajo, capaz de asumir y fortalecer una serie de valores fundamentales que buscan cumplir con el propósito de lograr el fortalecimiento de la realización como persona en el Aprendiz (SENA, 2014).

d. Formación Profesional Integral en el contexto educativo colombiano

Descubrimos a partir del contexto SENA, cómo la Formación Profesional Integral orienta la organización y la política institucional y cómo el proceso educativo se realiza en sujeción a sus principios, fundamentos y finalidades.

Es importante resaltar la relación coherente y vinculante entre los aprendizajes que enfatiza la Formación Profesional Integral representados en el aprender a ser - aprender a aprender - aprender a hacer - aprender a convivir – asumidos todos desde una visión humanista y la construcción de la vida comunitaria.

Otro aspecto interesante que caracteriza a la Formación Profesional Integral está representado en el tipo de relaciones e interacciones que se suceden en el ambiente de aprendizaje entre los actores académicos orientados a favorecer la construcción y gestión del conocimiento, el aprender reflexivamente, la colaboración mutua, la autorregulación y el diálogo respetuoso.

e. Generalidades Conceptuales de la Educación Interprofesional “EIP”

En el marco internacional el desarrollo de competencias profesionales como resultado de la formación interprofesional evidencia significativos resultados en el aprendizaje y se ha convertido en tendencia en la literatura (Macías, Rocco, Rojas, Baeza, Arévalo, Munilla, 2020), así mismo, el trabajo colaborativo representa la principal oportunidad para la mejora de las prácticas socioeducativas en los servicios de salud, las cuales se han caracterizado y destacado por la continua motivación y el compromiso profesional (Varela, 2021).

La Educación Interprofesional es definida como una estrategia educativa que ocurre cuando estudiantes y/o profesionales de dos o más profesiones aprenden sobre los otros, con los otros y entre sí promoviendo el trabajo colaborativo y la calidad de los servicios (Dueñas, A., Upegui, A & Leguizamón, D., 2020). Esta estrategia, utiliza metodologías que facilitan el aprendizaje a partir del

trabajo colaborativo, metodologías como el Aprendizaje Basado en Retos, permiten fortalecer las habilidades y destrezas de los estudiantes a partir de una situación problemática real, motivándolos a la participación activa y el trabajo colaborativo que facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias contribuyendo así al mejoramiento del perfil de egreso a partir de la personalización en la formación y la nueva visión de los diseños curriculares (Olivares, López, Islas, Pineda, Rodríguez, Aguayo y Peña, 2021).

Esta nueva visión de los diseños curriculares no solo favorece el aprendizaje significativo, también es fundamental para la adquisición de habilidades y destrezas que facilitan y optimizan la gestión eficiente de pacientes en el entorno sanitario (Kaifi, Tahir, Ibad, Shaid, Anwar, 2021), por ejemplo, el trabajo en equipo efectivo es considerado un componente crítico para mantener la seguridad del paciente (Wai, Lang, NG, Pang, Tsang, Lee, Wong, 2020).

El aprendizaje en ambientes reales de formación, integrando acciones de trabajo en equipo interprofesional, puede preparar y empoderar a los estudiantes para que sean profesionales resilientes y preparados para la colaboración (Khalili, Lising, Kolcu, Thistlethwaite, Gilbert, Langlois, Maxwell, Kolcu, MacMillan, Schneider, Freire, Najjar, Al-Hamdan, & Pfeifle, 2021); lo anterior se refleja en la cohesión laboral, lo que afirma que la estrategia de EIP influye positivamente en la motivación y el desempeño laboral (Jungert, Thornberg & Lundstén, 2021). Las experiencias de colaboración interprofesional también contribuyen a disminuir los estereotipos negativos entre las diferentes profesiones u ocupaciones (Goddell, Visker, Boyd, Cox & Forsyth 2020).

La educación interprofesional crea valor para los estudiantes y es fundamental en esta estrategia ofrecer de manera flexible una experiencia de aprendizaje del mundo real, por tanto, se deben abordar los desafíos comunes asociados con la implementación de la EIP en los planes de estudios (Bridgman, Todd, Maine, Hardcastle, Bird, Radford, Marlow, Elmer, Murray, Norris, Dean, & Williams, 2020).

En EIP se han descrito marcos de referencia (Khalili et al., 2021) para la formación presencial, sin embargo, es necesario realizar trabajos que validen su implementación en entornos virtuales, ejemplo de ello son relatos de experiencia que describen la ejecución de la EIP virtual con el fin de superar los desafíos logísticos de programación y capacidad de atender a un gran número de estudiantes (por ejemplo, Potthoff, Doll, Maio & Packard 2019).

Harari (2018), refiere que se necesitan cuatro cambios fundamentales para actualizar la educación y los denomina las cuatro C: colaboración, comunicación, pensamiento crítico y creatividad, como habilidades necesarias para trabajar en el próximo siglo; las dos primeras están inmersas en la EIP y se propone que se trabaje en cómo los ambientes virtuales pueden aportar a las dos últimas.

En el contexto de la Pandemia por COVID 19, se comparan ejemplos de programas de EIP que han desarrollado simulaciones en línea bajo el enfoque de telesalud (p. ej., Universidad de Wisconsin-Madison, EE. UU.; Indiana Universidad, Estados Unidos), además, se ha realizado una revisión de experiencias de aprendizaje basadas en la práctica/reflexión en entornos simulados en un contexto virtual (p. Universidad de Toronto, Canadá). También, han sido adaptadas las actividades de EIP para los niveles de exposición e inmersión en entornos virtuales, sin embargo, algunas instituciones, han cancelado lo programado, por dar prioridad a la educación tradicional en términos de la formación específica o técnica y no a la interacción colaborativa que promueva el desarrollo de competencias interprofesionales y el liderazgo (Langlois, Xyrichis, Daulton, Gilbert, Lackie, Lising, MacMillan, Najjar, Pfeifle & Khalili, 2020).

Brandt, Lutfiyya, Rey & Chioreso (2014), enuncian que la Educación Interprofesional y la Práctica Colaborativa (IPECP) son ampliamente reconocidas como una ruta potencial para mejorar la calidad de la experiencia de atención médica del paciente, mejorar la salud de las comunidades y poblaciones, reduciendo el costo, mejorando la experiencia laboral de los proveedores de servicios, la autoestima de los estudiantes y profesionales, promoviendo la disminución de estereotipos de poder en lo conocido como el “objetivo cuádruple”.

A nivel nacional se han realizado estudios que demuestran la importancia de promover la inclusión de prácticas de EIP en los contenidos curriculares, González, Torres y Martínez afirman que esto permite mejorar las habilidades para el trabajo en equipo de los estudiantes generando así un impacto positivo en la atención por parte del sistema de salud (González, Torres y Martínez, 2020). Es así como la formación y el ejercicio profesional colaborativo o interprofesional requiere un alto grado de flexibilidad de las instituciones educativas, de las instituciones empleadoras y de los mismos profesionales (Marín Zuluaga, 2020).

Hoyos y Velásquez (2022) mencionan que la EIP es un componente de gran importancia en la transformación de los sistemas de salud, dado que al formar profesionales con habilidades de comunicación y trabajo colaborativo es

posible consolidar mejores equipos de trabajo, disminuyendo los costos de la atención y aumentando la satisfacción de los pacientes.

De acuerdo con lo descrito por González, Torres y Martínez (2020), a pesar de las ventajas de la implementación de la EIP en los procesos formativos, no hay suficiente evidencia de su aplicabilidad en los contenidos curriculares, evidenciando así la necesidad de promover la inclusión de prácticas de EIP en los programas de formación, lo que permitiría desarrollar o fortalecer competencias interprofesionales tales como el trabajo en equipo que optimiza los procesos y mejora los resultados del sistema de salud.

f. Modelos de Implementación

McNaughton, Flood, Morgan & Saravanakumar (2021), refieren que, de las experiencias analizadas en implementación de EIP, algunas carecen de una base teórica interprofesional robusta, sin embargo, las experiencias que sí lo poseen, sustentan que los modelos encontrados aplicables a la formación en general de acuerdo con su frecuencia son:

- Interprofessional Education Collaborative Panel de expertos (Interprofessional Education Collaborative (IPEC) Panel de expertos, 2011)
- Modelo de estructuración de la colaboración (D'Amour, Lise, Labadia, & San Martín, 2008)
- Canadian Interprofessional Health Collaborative (CIHC) National Interprofessional Competence Framework (Canadian Interprofessional Health Collaborative, 2010)
- Revisión Cochrane de Colaboración y Práctica Interprofesional (Reeves et al., 2017)
- Crimson Care Collaborative (Berman et al., 2012)
- Cuatro dominios del trabajo en equipo interprofesional (Reeves, Lewin, Zwarenstein, & Espin, 2010)
- Educación interprofesional para la práctica colaborativa centrada en el paciente (D'Amour & Oandasan, 2005)
- Marco interprofesional (Reeves, Goldman, Gilbert, Tepper, Silver, Suter & Zwarenstein, 2011)
- Modelo Continuo de Aprendizaje Interprofesional (Instituto de Medicina, 2015)
- Modelo de aprendizaje interprofesional en la práctica (Shrader, Jernigan, Nazir & Zaudke, 2018)
- Modelo educativo Interprofessional Practice Experience (Zaudke, Chestnut, Paolo & Shrader, 2016)

g. Teorías de Implementación

Las teorías de implementación de EIP están enfocadas al fortalecimiento del conocimiento, desarrollo de habilidades y destrezas en competencias transversales que faciliten el trabajo colaborativo y mejoren el desempeño laboral. Existen diferentes teorías como las descritas por Frankel & Stein en 1999, quienes describen el modelo de los Cuatro hábitos de la comunicación y la Teoría del equipo de alto funcionamiento que si bien, no se proporciona una referencia específica que describa su origen, es adoptada en diferentes estudios de trabajo colaborativo y aprendizaje continuo.

Las teorías para la implementación de la EIP están orientadas al logro de los resultados de aprendizaje de las competencias interprofesionales tales como ética y valores, comunicación interprofesional, trabajo en equipo, roles y responsabilidades, al respecto Reeves et al. en 2018, crearon una tipología de estructuras de equipos interprofesionales que incluyen:

- Trabajo en equipo interprofesional (identidad de equipo compartida, claridad de tareas, interdependencia, integración y responsabilidades).
- Colaboración interprofesional (con enfoque a la identidad compartida y la integración de individuos; responsabilidad compartida e interdependencia).
- Coordinación interprofesional (integración e interdependencia vista como menos importante; algunos comparten responsabilidad).
- Redes interprofesionales (tareas descritas como más predecibles, no complejas y no urgentes, los miembros podrían comunicarse de manera asincrónica).

h. Esquemas de Implementación

En el trabajo realizado por Fiona Naumann et al (2021), se exploraron las percepciones de los estudiantes (enfermería, fonoaudiología, fisioterapia, terapia ocupacional, nutrición y sicología) que participaron en actividades programadas estructuradas de EIP, dichas actividades incluyeron un taller de orientación, una actividad social para que los estudiantes se reunieran informalmente y la opción de realizar de forma autodirigida una o más de las siguientes actividades estructuradas de EIP: (a) entrevistar a un miembro del equipo de otra profesión (individualmente o en grupos); (b) Seguir a un miembro de otra profesión; (c) Oportunidad de observar una reunión de equipo de trabajo para realizar observaciones específicas acerca del proceso e interacciones. (d) Participar en el taller para reflexionar sobre su experiencia.

Para medir el impacto de la estrategia, utilizaron de forma pre y post actividades interprofesionales definidas en la escala Student Perceptions of Interprofessional Clinical Education – Revised (Version 2; SPICE-R2) instrument (Zorek et al., 2016) que se muestra en la Figura 1. En general, los resultados evidencian que la exposición a las actividades de aprendizaje interprofesional mejora la percepción de los estudiantes sobre la EIP, observando mayor impacto en relación con los roles, responsabilidades y resultados para el paciente.

Figura 1
Escala Student Perceptions of Interprofessional Clinical Education

SPICE-R2 Instrument

Dear Student:

In this survey you are being asked about your attitudes toward interprofessional teams and the team approach to care. By *interprofessional team*, we mean two or more health professionals (e.g., nurse, occupational therapist, pharmacist, physical therapist, physician, social worker, veterinarian, etc.) who work together to plan, coordinate, and/or deliver care to patients/clients.

PLEASE NOTE: The following scale progresses from "Strongly Disagree (1)" → "Strongly Agree (5)"

INSTRUCTIONS:		Strongly Disagree (1)	Disagree (2)	Neutral (3)	Agree (4)	Strongly Agree (5)
Please be candid as you indicate the extent of your disagreement/agreement with each of the following statements related to interprofessional teams and the team approach to care.						
1. [T]	Working with students from different disciplines enhances my education	1	2	3	4	5
2. [R]	My role within an interprofessional team is clearly defined	1	2	3	4	5
3. [O]	Patient/client satisfaction is improved when care is delivered by an interprofessional team	1	2	3	4	5
4. [T]	Participating in educational experiences with students from different disciplines enhances my ability to work on an interprofessional team	1	2	3	4	5
5. [R]	I have an understanding of the courses taken by, and training requirements of, other health professionals	1	2	3	4	5
6. [O]	Healthcare costs are reduced when patients/clients are treated by an interprofessional team	1	2	3	4	5
7. [T]	Health professional students from different disciplines should be educated to establish collaborative relationships with one another	1	2	3	4	5
8. [R]	I understand the roles of other health professionals within an interprofessional team	1	2	3	4	5
9. [O]	Patient/client-centeredness increases when care is delivered by an interprofessional team	1	2	3	4	5
10. [T]	During their education, health professional students should be involved in teamwork with students from different disciplines in order to understand their respective roles	1	2	3	4	5

Factors:
T = Interprofessional Teamwork and Team-based Practice
R = Roles/responsibilities for Collaborative Practice
O = Patient Outcomes from Collaborative Practice

Nota: Zorek et al., (2016) (anexo)

Por su parte, Jones en 2020, presenta en el contexto de la Pandemia actividades de EIP de forma remota por medio de situaciones de contexto para ser analizadas por medio de foros asincrónicos. En su estudio encontró que se lograron los objetivos propuestos en la formación bajo la estrategia, sin embargo, algunos participantes refirieron dificultades en la participación al tratar de seguir el hilo conductual del foro. Sin embargo, es una forma de avanzar en EIP en tiempos de restricción a la presencialidad.

i. Implementación en el Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS)

En el marco del proyecto de innovación "Desarrollo de una propuesta que facilite la Educación Interprofesional

desde el CFTHS a partir de una estrategia didáctica" y el proyecto de Investigación pedagógica "Estrategias disruptivas especiales", se implementan estrategias didácticas fundamentadas en la EIP en los procesos formativos del Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS) como una forma de flexibilizar y fortalecer el currículo, teniendo en cuenta los dominios de las competencias interprofesionales de Interprofessional Education Collaborative (IPEC) y el modelo de implementación por niveles de la Universidad de Toronto.

Se consideran 3 niveles para la implementación de la EIP:

- Nivel exposición: Prototipado efectuado en noviembre-diciembre 2020 y posteriormente ingresando a este nivel aprendices de primer trimestre, un programa de formación por Coordinación cada trimestre.
- Nivel inmersión: Avanzan a este nivel de forma trimestral los aprendices que ya han desarrollado el nivel de exposición.
- Nivel competencia: Avanzan a este nivel de forma trimestral los aprendices que ya han desarrollado el nivel de inmersión.

Para cada nivel fue seleccionada una ficha de aproximadamente 30 aprendices de cada una de las Coordinaciones Académicas del CFTHS (Bienestar y promoción social - Prestación Servicios Asistenciales - Salud Pública y Apoyo Diagnóstico); el proceso es dinámico y consecutivo, es decir los aprendices inician el proceso en el nivel de exposición al cursar el primer trimestre de formación, continúan en el segundo trimestre de formación con el nivel de inmersión y finalizan el proceso en el tercer trimestre de formación con el nivel de competencia.

Los programas del Centro de Formación que han participado en EIP desde la prueba piloto en noviembre-diciembre 2020 hasta el 2022, se enuncian en la Figura 2 de acuerdo con la Coordinación Académica a la que pertenecen.

La planeación de las actividades a ejecutar está descrita en un plan operativo que incluye:

- Determinar los programas de formación que participarán en la estrategia según el nivel de implementación, teniendo en cuenta los diseños curriculares. Esta actividad se desarrolla a partir del trabajo colaborativo con las coordinaciones académicas.
- Seleccionar la población objeto en relación con los instructores a participar en el proceso.
- Articular acciones con los instructores involucrados-cotejo de plan operativo.

Figura 1

Programas de formación participantes en EIP en el CFTHS

Bienestar y promoción social	Prestación Servicios Asistenciales	Salud pública y apoyo diagnóstico
Técnico en Peluquería	Técnico en Salud Oral Técnico en Enfermería	Técnico en Salud Pública
Técnico en Servicios Farmacéuticos		Técnico en Apoyo Administrativo en Salud
Técnico en Atención Integral a la Primera Infancia		Tecnología en Salud Ambiental y Seguridad Sanitaria
Tecnología en Regencia y Farmacia		Tecnología en Gestión Administrativa del Sector Salud

Nota: Elaboración propia.

- Programar la contextualización de las líneas del proyecto EIP para los Instructores que ingresan al proceso.
- Programar la socialización de los avances de la EIP para los Instructores que continúan en el proceso
- Programar el taller sobre las estrategias didácticas activas como herramientas de la EIP (ABP - Ciclo Reflexivo de Gibbs o juego de roles, simulación) para los instructores que ingresan al proceso.
- Programar el taller sobre las estrategias didácticas activas utilizadas en el nivel de inmersión y competencia para los instructores que continúan en el proceso.
- Programar taller de innovación en EIP para instructores y aprendices que participan en el proceso.
- Elaborar encuesta de caracterización para los aprendices sobre competencias socioemocionales.
- Elaborar y consolidar el material didáctico para el desarrollo de la educación interprofesional (guías de aprendizaje, rúbrica y material de apoyo).
- Generar instrumentos de evaluación de los diferentes niveles de desarrollo de EIP con enfoque individual y colectivo (evaluar juntos) relacionados con los dominios de competencias interprofesionales.
- Proyectar la gestión logística según el nivel de implementación.
- Programar dos encuentros de formación según el nivel de implementación.
- Elaborar instrumentos de evaluación de la implementación de la estrategia para cada nivel tanto para aprendices como para instructores.
- Analizar la información y elaborar informes teniendo en cuenta la información recopilada durante el proceso.

j. Ventajas en la Implementación de EIP

La implementación de la EIP en los procesos de formación evidencia ventajas significativas que se reflejan en el aprendizaje no solo en el ámbito de las competencias interprofesionales relacionadas con el ser, sino también con el saber y el hacer, algunas de las ventajas reportadas en la literatura son:

- Mejor conocimiento y comprensión de los problemas del paciente quien se beneficiaría de la atención en equipo.
- Mejor comprensión y capacidad para realizar habilidades de equipo interprofesional, incluida la resolución de conflictos.
- Mejor comprensión, respeto y capacidad para trabajar eficazmente con otros en equipos interprofesionales.
- Proyección de perfiles para el futuro empleo interprofesional - (McNaughton et al., 2021).

Por su parte Gerolamo, Traczkuk & Umland (2019), citan beneficios del programa Interprofessional Student Hotspring Learning Collaborative, en el cual se capacita a equipos interdisciplinarios de estudiantes profesionales de escuelas de todo el país para aprender a trabajar con necesidades médicas y sociales complejas utilizando un enfoque centrado en el paciente y cuyos ejes se centran en: 1) abordar necesidades insatisfechas en un sistema complejo, 2) más allá de las paredes del aula y 3) sentarse con incomodidad.

Murphy (2021), describe cómo el trabajo en equipos interprofesionales aportó a la necesidad de satisfacer las necesidades de la comunidad posterior al terremoto sucedido en Nueva Zelanda en el 2011 periodo en el cual se presentó déficit de camas hospitalarias. Resaltan que bajo la estrategia de EIP se logró con los pacientes de alto riesgo una significativa transición positiva en relación con la atención.

k. Facilitadores para la Práctica Interprofesional

McNaughton et al., (2021), describen como facilitadores para la práctica interprofesional, la co-ubicación física con frecuente colaboración/comunicación formal e informal, las reuniones regulares de todo el equipo para la discusión y resolución de problemas, los niveles adecuados de recursos y financiación para la práctica interprofesional y las relaciones respetuosas de confianza con compromiso y valoración de los demás.

Así mismo, refieren que las características comunes de la práctica y los procesos colaborativos bien descritos incluyen la planificación, reuniones de equipo previas y posteriores al encuentro con el paciente, informes, atención centrada en el paciente, participación del paciente y/o de la comunidad en la planificación o implementación, educación continua de todo el equipo y procesos de evaluación sólidos (McNaughton et al., 2021).

DISCUSIÓN

En la revisión bibliográfica realizada en tiempos de Pandemia, la implementación de la EIP evidencia barreras significativas, según McNaughton et al., (2021) entre las barreras de mayor a menor frecuencia se encuentran:

- Desajustes de horarios administrativos, profesionales o educativos o limitaciones de tiempo.
- Falta de apoyo, formación o comprensión de la práctica, objetivos, conocimientos o conceptos interprofesionales.
- Falta de comunicación, inconsistente o conflictiva con pacientes, familias u otros profesionales.
- Profesionales, pacientes o estudiantes desvinculados o resistentes a la estrategia de EIP.
- Inequidades en el reconocimiento, apoyo, poder de diferentes profesionales.

McNaughton et al., (2021), también menciona que las experiencias a menudo incluían únicamente médicos y enfermeras, con una actividad colaborativa limitada a reuniones interprofesionales y documentación compartida, por tanto, sugiere que la atención interprofesional debe incluir un trabajo en equipo a partir de la formulación de objetivos que involucren a los pacientes y no solo los procesos.

En su revisión Katoue, Awad, Dow & Schwinghammer (2021), encuentran que muchas barreras obstaculizan la implementación de las iniciativas de EIP, incluidos los recursos humanos y económicos limitados, la falta de apoyo institucional, las variaciones en los planes de estudio de los diferentes programas, la diversidad de los estudiantes de salud, las diferentes necesidades de aprendizaje, la falta de entusiasmo e interés de los estudiantes/profesores en EIP, la diversidad en la ubicación y el entorno de las escuelas. Las diferencias en las actitudes de los estudiantes hacia la EIP (p. ej., estereotipos, prejuicios) se encuentran entre las barreras más significativas que impactan la implementación exitosa de la EIP (Katoue et al., 2021).

Por otra parte, Langlois et al., (2020), plantean cómo la Pandemia del COVID 19 ha traído al sector salud grandes desafíos tanto en la práctica como en los ambientes de

formación, desafíos como la utilización de la tecnología para la asistencia (telemedicina) y la formación en entornos virtuales que brinde una oportunidad para el aprendizaje, por tanto, se debe reconsiderar la formación tradicional y explorar el potencial de las experiencias virtuales. Con la Pandemia, en la práctica interprofesional, se han generado transiciones rápidas que han resultado en reuniones frecuentes y responsabilidades compartidas entre los profesionales de la salud. Los modelos de mejora de habilidades y prácticas colaborativas han requerido tanto la colaboración como la voluntad de considerar soluciones más fluidas con respecto a los límites de los roles profesionales, por tanto, la EIP debe ser vista como un requisito en el currículo, tan importante como los temas específicos de la profesión para asegurar trabajadores de la salud, resilientes, capaces y flexibles.

La Pandemia produjo en el personal de salud altos niveles del síndrome de Bournot, por tanto, la EIP a partir del fortalecimiento de la comunicación interprofesional y el trabajo en equipo permite afianzar modelos avanzados que promuevan la resiliencia y la adaptabilidad al cambio, disminuyendo así el riesgo de presentar enfermedades laborales.

En el documento de Hales, White, et.al., (2020), se resalta que la práctica colaborativa en el cuidado de la salud es reconocida como esencial para brindar excelencia en la atención centrada en el paciente (Green & Johnson, 2015; Organización Mundial de la Salud, 2010). A pesar de esto, existe evidencia de profesiones trabajando de forma fragmentada de acuerdo con su profesión y su posición dentro estructuras organizativas (Hales et al., 2020).

Otros autores como Bluteau & Bluteau (2020), se centran en el análisis del considerable volumen de mensajes en redes sociales que llegan al personal y estudiantes durante la Pandemia de COVID-19. Este documento de debate sugiere que la EIP necesita responder a este desarrollo digitalizado e invita a espacios de trabajo para propender a una resiliencia digital como un área clave de discusión, ya que la educación interprofesional no se trata solo de aprender sobre los roles de otros profesionales, sino también, involucrarse con el mundo real permitiendo debates sobre el panorama cambiante del sector salud.

Teniendo en cuenta lo descrito, se evidencian retos en la implementación de la EIP que han sido reportados por diferentes autores, tales como Goldman & Xyrichis quienes teniendo en cuenta la crisis en salud derivada de la Pandemia COVID 19 manifiestan la necesidad y resaltan los aspectos positivos de trabajar en equipo como una

unidad, así mismo plantean la oportunidad de realizar trabajos de investigación en torno a las siguientes temáticas:

- ¿Qué tipo de renegociaciones de límites profesionales ocurrieron?
- ¿Qué tipo de interacciones interprofesionales se vieron obstaculizadas y cómo impactaron estos en la atención al paciente?
- ¿Cuáles factores físicos y sociales habilitaron o inhibieron el trabajo interprofesional?
- ¿Cuáles son los factores contextuales específicos que rodean el COVID-19 que influyen en la naturaleza de la práctica interprofesional?
- ¿Cuáles son las condiciones sociales y estructurales que dificultan y/o fomentan el trabajo interprofesional en condiciones de extrema presión y urgencia?
- ¿Hasta qué punto los cambios observados en la práctica interprofesional son sostenibles y qué podemos aprender sobre la planificación de la fuerza laboral futura?
- ¿Cuál es el impacto de los eventos actuales en el sistema de profesiones, incluidas las jerarquías profesionales y el equilibrio del poder?

CONCLUSIONES

La Formación Profesional Integral promueve el desarrollo humano integral del sujeto que aprende potenciando todas sus dimensiones personales, capacidades y cualidades en función de la construcción de su proyecto ético de vida y en la actuación libre y responsable con los demás, el trabajo, la productividad y la naturaleza.

La Educación Interprofesional es una estrategia que permite avanzar en las necesidades del sector productivo en el cual se requiere trabajadores con herramientas para el trabajo en equipo Interprofesional, con altos estándares éticos y competencias blandas que complementan de forma integral las competencias técnicas.

La Educación Interprofesional fortalece el proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación de la Formación Profesional Integral a partir del trabajo colaborativo promoviendo la adquisición de conocimiento desarrollo de habilidades y destrezas en el marco de las competencias específicas, transversales e interprofesionales en contextos reales de aprendizaje con la participación de equipos interprofesionales, lo que se ve reflejado en el aprendizaje significativo y sin duda en una sinergia importante del proceso de la Formación Profesional Integral y la Educación Interprofesional.

Durante la Pandemia, se hizo más relevante cómo la Educación Interprofesional aporta a enfrentar en equipo situaciones difíciles, disminuyendo los niveles de estrés y aportando a la resiliencia de los trabajadores de la salud. Por otro lado, en diferentes experiencias se realizaron esfuerzos por mantener dichos espacios formativos de forma virtual generando la utilización de diversas y creativas técnicas didácticas mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación.

Se logró alcanzar el objetivo planteado al presentar una visión de conjunto de las bases teóricas y conceptuales que sustentan los enfoques de la Formación Profesional Integral situada en el marco institucional SENA y la Educación Interprofesional en el ámbito de la educación en salud en tiempos de Pandemia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, R. (2016). Relaciones entre la justicia escolar y la formación integral.
- Arias, R. y Castillo, L. (2016). Formación integral: hallazgos de investigación y reflexiones para la docencia. Kimpres.
- Amar, J. A. (2002). Formación integral: Una reflexión a partir de la sociología de la cultura. Zona próxima, (3), 74-93.
- Abbagnano, N., & Visalberghi, A. (1957). Historia de la pedagogía. México, DF: Fondo de Cultura Económica.
- Abbagnano, N., & Visalberghi, A. (1992). Historia de la pedagogía. Fondo de cultura económica, 1 - 709. http://soda.ustadistancia.edu.co/enlinea/Sandro-Munevar_Recursos_didacticos/Abbagnano-Historia-de-La-Pedagogia.pdf
- Brandt, B. F., Schmitt, M. H. & Universidad de Minnesota. Centro Académico de Salud Oficina de Educación. (2009, septiembre). American Interprofessional Health Collaborative: raíces históricas y comienzos organizacionales. 1 - 15. <https://conservancy.umn.edu/handle/11299/102504>
- Brandt, B., Lutfiyya, M. N., Rey, J. A., & Chioreso, C. (2014, enero 14). Una revisión de alcance de la práctica y la educación colaborativas interprofesionales usando la lente del objetivo triple. Vol. 28(5), 393 - 399. <https://doi.org/10.3109/13561820.2014.906391>
- Bridgman, H., Todd, A., Maine, G., Hardcastle, S., Bird, M., Radford, J., Marlow, A., Elmer, S., Murray, S., Norris, K., Dean, T., & Williams, A. (2020). Piloting an interprofessional chronic pain management program: Perspectives of health students and community clients. Journal of Interprofessional Care, 35(6), 842-851. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1830047>
- Bluteau, J., & Bluteau, P. (2020). Call of interprofessional duty: an ethnographically informed discussion on preparing students to be digitally resilient. Journal of Interprofessional Care, 34(5), 662-667. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1791807>
- Constitución Política de Colombia. (1991). Bogotá, Colombia: Panamericana Editorial.
- Congreso de Colombia. (1994). LEY 119. Bogotá.
- D'amour, D., & Oandasan, I. F. (2005). Interprofessionalism as the field of interprofessional practice and interprofessional education: An emerging concept. 1-20. <https://doi.org/10.1080/13561820500081604>
- D'amour, D., Lise, F., Labadia, J., & San Martín, L. (2008). Un modelo y tipología de colaboración entre profesionales en organizaciones sanitarias. <https://doi.org/10.1186/1472-6963-8-188>
- Dueñas Darzón, A. L., Leguizamón Rojas, D. S., Upegui Castillo, A. A., Juyó Macías, M. M., & Cárdenas García, A. J. (2022). Implementación de la Educación Interprofesional en el SENA: Centro de Formación de Talento Humano en Salud. REDIS / Revista De Investigación E Innovación En Salud, 5(5).
- Gadamer, H (1993). Verdad y Método. Salamanca, España: Editorial Sígueme
- Gadamer, H. G. (1999, mayo 19). La educación es educarse. villa educación, 1 - 11. <https://villaeducacion.mx/pdf>
- Gadotti, M., Miranda Aguilar, A. D., & Romao, J. E. (2003). Perspectivas Actuales de la Educación. siglo veintiuno editores, 1 - 407. <https://otrasvoceseneducacion.org/wp-content/uploads/2018/06/Perspectivas-actuales-de-la-educacion-MOACIR-GADOTTI.pdf>
- Gerolamo, A., Traczuk, A., & Umland, E. (2019, 07 21). Beyond the classroom walls: qualitative findings from an interprofessional student hotspotting learning collaborative. Journal of Interprofessional Care, 35(6), 967-970. <https://doi.org/10.1080/13561820.2021.1882410>
- Goddell-Fields, S., Rose, A., Visker, J. D., Boyd, M. D., Cox, C., & Forsyth, E. (2020, 07 13). Undergraduate health professions students' perceptions of athletic training students before and after an interprofessional case study program. Journal of Interprofessional Care, 35(6), 884-889. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1808600>
- Goldman, J., & Xyrichis, A. (n.d.). Interprofessional working during the COVID-19 pandemic: sociological insights. Journal of Interprofessional Care, 34(5), 580-582. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1806220>



- González, J., Martínez, V., & Chaparro, H. (2020). Educación interprofesional en ciencias de la salud: análisis de las prácticas formativas en un hospital universitario de alta complejidad. *Análisis*, 52(97), 413-430. <https://doi.org/10.15332/21459169/5796>
- Hales, P., White, A., Eden, A., Hurst, R., Moore, S., Riotto, C., & Achour, N. (2020). A case study of a collaborative allied health and nursing crisis response. *Journal of Interprofessional Care*, 34(5), 614-621. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1813093>
- Hegel, G. W. F., & Ginzo, A. (1991). *Escritos pedagógicos*. Fondo de cultura económica.
- Harari, Y. N. (2018). 21 Lessons for the 21st Century (J. Ros, Ed.). p.madsena, 17 - 357. https://p.madsena.weebly.com/uploads/1/2/7/1/12712314/21_lecciones_para_el_siglo_xxi_-_yuval_n.pdf
- Hegel, G. (1991). *Escritos pedagógicos*. Madrid: Fondo de cultura económica de España.
- Herrera, A. J. N. (2016). La formación integral: una apuesta de la educación superior. *Cuestiones de filosofía*, 1(18), 185-214.
- Hoyos, M. C., & Velásquez Palacio, S. M. (2022). Educación interprofesional y seguridad del paciente: una revisión sistemática. *Revistas Javeriana*, 25, 1-9. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ie23.eisp>
- Icart, I. B., & Martín, D. M. (2017). Origen, contexto, evolución y futuro de la Formación Profesional.
- Kant, I. (2003). *Pedagogía*. Ediciones Akal.
- J. Alberto Serna M. (1994). *Cómo enriquecer nuestro vocabulario mediante el estudio de las raíces latinas*. Medellín. Editorial, Idioma.
- Jaeger, W. (1997). *Paideia: los ideales de la cultura griega*. Fondo de Cultura Económica. Bogotá.
- Jones, T., Vidal, G., & Taylor, C. (2020). Interprofessional education during the COVID-19 pandemic: finding the good in a bad situation. *Journal of Interprofessional Care*, 34(5), <https://doi.org/633-646>. 10.1080/13561820.2020.1801614
- Jungert, T., Thornberg, R., & Lundstén, L. (2021). A work motivational grounded theory study of workers in caring roles. *Journal of interprofessional care*, 35(6), 832–841. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1860919>
- Kant, I., Luzuriaga, L., Pascual, J. L. (2003). *Pedagogía*. Universidad Pedagógica Nacional. <https://doi.org/10.17227/01212494.19pys63.74>
- Katoue, M., Awad, A., Dow, A., & Schwinghammer, T. (n.d.). Interprofessional education and collaborative practice in Kuwait: attitudes and perceptions of health sciences students. *Journal of Interprofessional Care*, 36(1), 117-126. <https://doi.org/10.1080/13561820.2021.1884537>
- Kaifi, A., Tahir, M. A., Ibad, A., Shahid, J., & Anwar, M. (2021, 06, 11). Attitudes of nurses and physicians toward nurse–physician interprofessional collaboration in different hospitals of Islamabad–Rawalpindi Region of Pakistan. *Journal of Interprofessional Care Journal of Interprofessional Care*, 35(6), 863-868. 10.1080/13561820.2020.1853079
- Khalili, H., Lising, D., Kolcu, G., Thistlethwaite, J., Gilbert, J., Langlois, S., Maxwell, B., Kolcu, M., MacMillan, K., Schneider, C., Freire, J. R., Najjar, G., Al-Hamdan, Z., & Pfeifle, A. (2021, 10, 12). Advancing health care resilience through a systems-based collaborative approach: Lessons learned from COVID-19. *Journal of Interprofessional Care*, 35(6), 809-812. <https://doi.org/10.1080/13561820.2021.1981265>
- Lackie, K., Najjar, G., El-Awaisi, A., Frost, J., Green, C., Langlois, S., Lising, D., Pfeifle, A., Ward, H., Xyrichis, A., & Khalili, H. (2020). Interprofessional education and collaborative practice research during the COVID-19 pandemic: Considerations to advance the field. *Journal of Interprofessional Care*, 34(5), 583-586. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1807481>
- Langlois, S., Xyrichis, A., Daulton, B., Gilbert, J., Lackie, K., Lising, D., MacMillan, K., Najjar, G., Pfeifle, A., & Khalili, H. (2020). The COVID-19 crisis silver lining: interprofessional education to guide future innovation. *Journal of Interprofessional Care*, 34(5), 587-592. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1800606>
- Macías, L., Rocco, V., Rojas, J., Baeza, M., Arévalo, C., & Munilla, V. (2020, 07 10). Formation in Interprofessional Education in Nursing and Medical Students

- Globally. Scoping review. *Investigación y Educación En Enfermería*, 38(2). <https://doi.org/10.17533/udea.iee.v38n2e06>
- Marín, D. J. (2020). Prospectiva de las profesiones en Ciencias de la Salud: el rol de las competencias interprofesionales. *Acta Odontológica Colombiana*, 10(Supl. COVID-19), 7-9. [https://doi.org/10.15446/aoc.v10n\(Supl.%20 COVID%E2%80%939319\).91284](https://doi.org/10.15446/aoc.v10n(Supl.%20 COVID%E2%80%939319).91284)
- Mathov, N. (2014). Política y pedagogía: la antropoplástica platónica.
- McNaughton, S., Flood, B., Morgan, J., & Saravanakumar, P. (n.d.). Existing models of interprofessional collaborative practice in primary healthcare: a scoping review. *Journal of Interprofessional Care*, 35(6), 940-952. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1830048>
- Ministerio de Educación Nacional. (1994). Ley General de Educación. Bogotá, Colombia: Ediciones FECODE.
- Ministerio de Educación Nacional. (1992). Ley 30 de 1992. Bogotá
- Murphy, L. (2021, 05 06). Employing interprofessional health teams to meet meso-level challenges: a short report. *Journal of Interprofessional Care*, 35(6), 971-974. <https://doi.org/10.1080/13561820.2021.1889486>
- Olivares, S. L., López Islas, J. R., Pineda Garín, M. J., Rodríguez Chapa, J. A., Aguayo Hernández, C. H., & Peña Ortega, L. O. (2021). Modelo educativo Tec21: retos para una vivencia que transforma. *Tecnológico de Monterrey*.
- Potthoff, M., Doll, J., Maio, A., & Packard, K. (2019). Measuring the impact of an online IPE course on team perceptions. *Journal of Interprofessional Care*, 34(4), 557-560. <https://doi.org/10.1080/13561820.2019.1645647>
- Presidencia de la república de Colombia. Decreto número 0164 de 1957.
- Reeves, S., Lewin, S., Zwarenstein, M., & Espin, J. (2010, septiembre). Interprofessional Teamwork in Health and Social Care. 1-15. <https://doi.org/10.1002/9781444325027.fmatteria>
- Reeves, S., Goldman, J., Gilbert, J., Tepper, J., Silver, I., Suter, E., & Zwarenstein, M. (2011). A scoping review to improve conceptual clarity of interprofessional interventions. 167-174. <https://DOI:10.3109/13561820.2010.529960>
- Reeves, S., Pelone, F., Harrison, R., Goldman, J., Zwarenstein, M., & Cochrane Database of Systematic Reviews. (2017). Interprofessional collaboration to improve professional practice and healthcare outcomes. 1-38. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000072.pub3>
- SENA. (1985). Unidad Técnica o ACUERDO No. 12 de 1985. Bogotá.
- SENA. (1957). Diario Oficial No. 29475 de 31 de agosto de 1957.
- SENA. (1997). Estatuto de la formación profesional integral. Bogotá.
- SENA. (2014). Manual Proyecto Educativo Institucional – PEI -. Bogotá.
- Shrader, S., Jernigan, S., Nazir, N., & Zaudke, J. (2018). Determining the impact of an interprofessional learning in practice model on learners and patients. <https://doi.org/10.1080/13561820.2018.1513465>
- Silva, L. E. O. (2008). La formación integral. Mito y realidad. *Universitas-XXI, Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, (10), 161-186.
- Soneira, I. (2015). La interpretación heideggeriana de Platón como génesis de la pregunta por el arte. *Aisthesis*, (58), 11-27.
- Varela Crespo, L. (2021). Análisis DAFO del quehacer profesional de la Educación Social en los servicios sociales: posibilidades y límites. *Revista Complutense de Educación*, 32(2), 217-226.
- Vargas, J. C. (2010). De la formación humanista a la formación integral: reflexiones sobre el desplazamiento del sentido y fines de la educación superior. *Praxis filosófica*, (30), 145-167.
- Wai, A., Lam, V., Ng, Z. L., Pang, M., Tsang, V., Lee, J., & Wong, J. (2020). Exploring the role of simulation to foster interprofessional teamwork among medical and nursing students: A mixed-method pilot investigation in Hong Kong. *Journal of Interprofessional Care*, 35(6), 890-898. <https://doi.org/10.1080/13561820.2020.1831451>



Zaudke, J. K., Chestnut, C., Paolo, A., & Shrader, S. P. (2016). The impact of an interprofessional practice experience on student behaviors related to interprofessional communication and teamwork. Vol 4, 9-13. <https://DOI:10.1016/j.xjep.2016.06.003>

Zorek J, Domínguez, D. G., Fike, D. C., & MacLaughlin, E. J. (2016). Students Perceptions of Interprofessional Clinical Education Revised (SPICE-R). <https://nexusipe.org/advancing/assessment-evaluation/students-perceptions-interprofessional-clinical-education-revised>

NOTAS

¹Enfermera. Especialista en Docencia Universitaria. Especialista en Enfermería Cardio-respiratoria. Correo: alduenas@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3484-3386>.

²Enfermera - Magíster en Ciencias de la Educación. Correo: majuyon@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3279-4939>

³Odontóloga. Magister en Administración de Salud. Correo: dleguizamon@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3484-3386>

⁴Odontólogo. Especialista en Auditoría y Garantía de la Calidad con Énfasis en Epidemiología. Correo: aupegui@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3645-2028>

⁵Licenciado en Filosofía y Letras. Correo: dmeza@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9314-4841>



Revisión





Pedro Felipe Velandia Cabrera¹

damentales para la prevención de cualquier enfermedad ya sea de tipo metabólico, muscular y cardiorrespiratorio, contribuyendo al bienestar integral en la calidad de vida del ser humano (Campos et al., 2019; Cintra Cala & Balboa Navarro, 2011; Crespo-Salgado et al., 2015; Ellingsgaard et al., 2019; León et al., 2012; Salman et al., 2021).

Para el retorno a la práctica del entrenamiento físico después de haber padecido COVID 19, se requiere una serie de consideraciones importantes sobre los procesos de adaptación, entre los cuales se encuentran para un desarrollo óptimo del acondicionamiento físico como lo son los componentes de la carga, que juegan un papel fundamental para el desarrollo del ejercicio físico sistemático; en los procesos de adaptación y al retorno del ejercicio físico se recomienda tener presente la intensidad, la cual se podría expresar en la velocidad y calidad de ejecución de un ejercicio a través de la escala de percepción del esfuerzo; por otro lado, el volumen sería la duración total de un ejercicio y de una sesión de entrenamiento, la recomendación de esta investigación es asociar ejercicios de tipo aeróbico de baja intensidad, con frecuencia cardíaca que oscile entre los 120 y 140 ppm (pulsaciones por minuto) y con tiempos de duración mínimo de 25 a 30 minutos; por otro lado, para el entrenamiento de la fuerza con un volumen de trabajo entre 8 y 12 repeticiones entre 1 y 3 grupos musculares, 2 a 4 series por ejercicio y realizar mínimo entre 4 a 6 ejercicios y con una frecuencia de tres a cuatro sesiones de entrenamiento por semana, por último ejercicios de flexibilidad y de respiración (Hernández López et al., 2022; Mikkola et al., 2012; Poveda Calderón et al., 2021; Simpson & Robinson, 2020; Zamarripa Rivera et al., 2014) (Ayala & Lopez-valenciano, 2019; Chaabene et al., 2020; Eliecer et al., 2020).

MATERIALES Y MÉTODO

Para este estudio de caso se determina el enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, para la recolección y análisis de la información se tuvo en cuenta el antes y después de haber padecido COVID 19 (Jiménez Chaves, 2012); Sujeto de 40 años de edad, el IMC se determinó de acuerdo a la fórmula de la OMS Kg/m² tabla 1. De acuerdo con el cuestionario internacional de Actividad Física (IPAQ) se determinó que el sujeto tiene un nivel de actividad física medio alto antes de adquirir el virus, y una frecuencia de entrenamiento entre 4 a 5 días a la semana y un promedio de entrenamiento entre 240 a 280 minutos (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

Se realizó un programa de entrenamiento concurrente combinado entre la capacidad aeróbica y la fuerza resis-

tencia, para el proceso de acondicionamiento físico se tuvo en cuenta el protocolo de entrenamiento (Alba, A, 2010) para la aplicación de la evaluación de las capacidades físicas se realizaron los siguientes ejercicios: fuerza abdominal y flexión de codo por 30 segundos, test de Cooper por 12' de trabajo continuo en carrera, ejercicio de sentadilla por 45s, por último, resistencia muscular de pierna, resultados tabla 2.

De acuerdo con la tabla 2, los resultados muestran una disminución del 100% en el ejercicio aeróbico, ya que pasó de realizar 2400 m en 12 m a no poder realizar el test; por otro lado, los resultados de fuerza después de haber padecido COVID 19 mostró una reducción entre el 80% y el 90% en la capacidad de fuerza excepto en la sentadilla, que tuvo una reducción del 55% comparado antes de contraer el virus; de igual forma los resultados de flexión de codos y abdominales tuvieron una disminución del 70% de la condición física.

Metodología de entrenamiento: de acuerdo con las mediciones para valorar e identificar el nivel de estado físico, los resultados mostraron una disminución en fuerza resistencia, comparado con el proceso antes de adquirir el virus; por otro lado, la recuperación de la forma física se determinó trabajar con el propio peso corporal, identificar las molestias y la capacidad de fuerza durante y después de la actividad física. A partir de la valoración de la condición física, el entrenamiento fue registrado diariamente, describiendo los avances de la capacidad física del sujeto junto con la escala de percepción del esfuerzo recomendado por (Martínez-Cabrera & Martín-Barrero, 2021) midiendo y controlando la intensidad, parametrizando la carga de entrenamiento de manera progresiva en un volumen de entrenamiento de 2 a 4 series, entre 4 y 6 el número de ejercicios, y entre 8 y 12 repeticiones semanalmente con una frecuencia semanal de 2 a 4 días de entrenamiento ver tabla 3.

Para ello fue necesario realizar procesos de adaptación de tipo neuromuscular y cardiorrespiratorio siguiendo las recomendaciones de (Deschenes, 2019; Gibala et al., 2019), además de las sugerencias del consenso de Stanford Hall para el desarrollo del programa de ejercicio físico dentro de los primeros 30 días post COVID, el cual describe que la intensidad, el volumen, la frecuencia, la duración del entrenamiento debe ser baja e incremental de manera progresiva junto con la intensidad del entrenamiento (Ayala & Lopez-valenciano, 2019; Barker-Davies et al., 2020b).

De acuerdo con Ayala & Lopez-valenciano, (2019); Chaabene et al., (2020); Velandia, (2021) el entrenamiento concurrente es utilizado para el desarrollo y mejora de la

Tabla 1.
Datos composición corporal

	Edad	Estatura	Peso			IMC (kg/m ²)		
			Antes del covid	Después del covid	Post recuperación	Antes del covid	Covid	Post recuperación
Datos	40	170	76	68	72	0.026	0.021	0.025

IMC: índice de masa corporal;

Nota: Elaboración propia.

Tabla 2.
Test de condición física antes, después y post recuperación del COVID - 19

Test de condición física	Abdominales	Resistencia muscular en pierna	Resistencia muscular del tronco	Flexión de codos	Sentadilla	Test de cooper (aeróbica)
Antes de contraer virus	35 reps.	120 s por pierna	180 s	35 reps.	51	2400 m
Secuelas Covid 19	10 reps.	15 s por pierna	35 s	10 reps.	23	Sin poder caminar
Recuperación (después de 10 semanas de entrenamiento)	35 reps.	80 s por pierna	180 s	35 reps.	40	2100 m

Nota: Alba Antonio; *rep: repeticiones; *S: segundos

condición física, recomendado para procesos de ejercicio físico en personas con fibromialgia, para la mejora en la composición corporal, para el potencial de las diferentes variables fisiológicas, lo cual establece la combinación del entrenamiento de la fuerza resistencia y el entrenamiento de la capacidad aeróbica (caminata o carrera continua) de manera alternada por días, permitiendo incrementar y fortalecer las capacidades físicas en atletas, personas sedentarias o personas con enfermedades no transmisibles (Brosseau et al., 2008; Busch et al., 2008; Mora et al., 2020; Murlasits et al., 2018).

Para este estudio de caso, se determinó el entrenamiento concurrente como un método importante en el desarrollo de la condición física ya sea general o específica del ser humano, este método todavía no detalla con claridad estudios o investigaciones relacionadas frente a las secuelas dejadas por el COVID 19 y sus beneficios, pero ha sido recomendado para trabajos de entrenamiento en sedentarios, (Hernández López et al., 2022; Javier et al., 2019).

Para el diseño del programa de entrenamiento concurrente, se estableció el trabajo aeróbico la intensidad a partir de la frecuencia cardíaca máxima (F.C. max) el volumen a partir del tiempo de trabajo y la intensidad del entrena-

Tabla 3.*Entrenamiento aeróbico*

Fase del programa	Semanas	Frecuencia de entrenamiento	Intensidad/F. C. 220 menos la edad	Duración del ejercicio	Tipo de ejercicio	Escala de percepción del esfuerzo
Iniciación	1	2 a 3 días	60% de la F.C. Max	10' a 15'	Caminata suave	5
	2					
	3					
	4					
Mejora	5	3 a 4 días	70% de la F.C. Max	15' a 25'	caminata y carrera continua	4
	6					
	7					
	8					
Mantenimiento	>9	4 a 5 días	80% de la F.C. Max	> 25'	Carrera continua	3

FCMax. frecuencia cardíaca máxima;

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4.*Entrenamiento de la fuerza*

Fase del programa	Semanas	Frecuencia de entrenamiento	Repeticiones	Series	Tipo de ejercicio	Escala de percepción del esfuerzo
Iniciación	1	2 a 3 días	20% del RM propio peso corporal	2 a 3	Ejercicios con el propio peso corporal/ isotónico e isométrico	5
	2					
	3					
	4					
Mejora	5	3 a 4 días	30% al 40% del RM propio peso corporal	3 a 5	Ejercicios con el propio peso corporal/ isotónico e isométrico	4
	6					
	7					
	8					
Mantenimiento	>9	4 a 5 días	Por encima del 60% del RM en rep	> 6	Ejercicios con el propio peso corporal/ isotónico e isométrico	3

RM; Repetición máxima

Nota: Elaboración propia.

miento a través de la escala de percepción del esfuerzo donde cero (0) es muy suave y cinco (5) es muy fuerte, recomendado por (Naclerio, Lanao, Cejeula, & Menendez, 2014). Sobre el entrenamiento de la fuerza, se tuvo en cuenta la intensidad, el volumen, en porcentaje (%) de acuerdo con la repetición máxima (RM) en la prueba de condición física tablas 3 y 4.

De acuerdo con la tabla 4, el cual está asociado al entrenamiento y desarrollo de la fuerza general y estructural del individuo en cada una de las fases ya explicadas en la tabla #3, para el desarrollo de esta capacidad física, se tienen en cuenta ejercicios isométricos, que buscan estabilizar y realizar los ejercicios de manera cómoda y sin tanto esfuerzo junto con ejercicios isotónicos que permiten mejorar la capacidad del sistema neuromuscular.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados encontrados en la tabla 2, se pudo evidenciar una disminución de las capacidades físicas de resistencia aeróbica y fuerza resistencia muscular en piernas comparado antes de contraer el COVID – 19; es importante aclarar que para la presente investigación, este estudio de caso se realizó en atleta recreativo, con entrenamiento de 4 días a la semana, y un tiempo de entrenamiento por más de 5 años continuos y participando de competencias recreativas, llevando un plan de entrenamiento con anterioridad al COVID 19, además, se tomó como parámetro el cuestionario IPAQ para identificar su nivel de actividad física. Las secuelas dejadas por el SARS-CoV2 principalmente a nivel muscular son: la disminución de la masa muscular (sarcopenia) además de dolor y debilidad muscular (miopatía) (Hernando, 2021; Postigo-Martin et al., 2021) los resultados de la tabla 2 muestran la incapacidad de realizar actividades como caminar, carreras continuas, trabajo de fuerza resistencia entre otras.

Existe gran evidencia científica, que, a partir del entrenamiento concurrente, este método muestra una mejora en la condición física para el desarrollo y fortalecimiento de las capacidades físicas (fuerza, resistencia, flexibilidad y la velocidad) en personas sedentarias o con enfermedades no transmisibles (Campos et al., 2019; Costa et al., 2016; Farias et al., 2014; Robineau et al., 2016.) De acuerdo con esta afirmación, este estudio coincide y se relaciona en que el entrenamiento concurrente ayuda a mejorar los procesos de adaptación y desarrollo de la fuerza y la resistencia aeróbica para mejorar la condición física del individuo con secuelas de COVID – 19. En la tabla 3 y 4 muestra durante el proceso de entrenamiento físico,

una mejoría en niveles de fuerza y de resistencia aeróbica después de la 5ª semana de entrenamiento, casi que equiparando los resultados antes contraer el virus.

Para Salman et al., (2021), Balady et al., (2000) y Kaminsky et al., (2016) sugiere reiniciar procesos de recuperación a partir del ejercicio físico resaltando la importancia del ejercicio físico después de haber estado infectado por COVID - 19 principalmente en el desarrollo de las capacidades físicas como la resistencia aeróbica y la fuerza resistencia, optimizando el incremento el rendimiento físico en personas sedentarias a nivel cardiovascular y muscular (Campos et al., 2019; Davies et al., 2019; F et al., 2016; Juárez-Belaúnde et al., 2020; Rosales et al., 2020; Salman et al., 2021; Succi et al., 2020).

Además, Para Javier et al., (2019), y Prieto-González & Sedlacek, (2022) consideran el entrenamiento concurrente amable y eficaz para el desarrollo, fortalecimiento e incremento de la condición física de manera general en atletas recreativos y en población sedentaria, en ese mismo sentido, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda realizar actividad física que logren fortalecer el sistema cardiorrespiratorio y los diferentes grupos musculares.

Si bien hay estudios que han detallado la recuperación física de manera integral (psicológico, terapéutico, nutricional, médico entre otros) siguen faltando estudios específicamente que detallen los métodos de entrenamiento concurrente o cualquier otro método que conduzcan a mejorar los niveles de rendimiento físico atlético después de haber padecido COVID 19. (Postigo-Martin et al., 2021; Simpson & Robinson, 2020).

Para este estudio, principalmente en sujetos con secuelas de COVID 19, se deben tener claros los componentes de la carga, entre ellos la intensidad y el volumen del entrenamiento, estos son estrictamente importantes controlarlos y adecuarlos a partir de los test de condición física y la escala de percepción del esfuerzo, ya que el sujeto es el único con la capacidad de controlar la intensidad del ejercicio físico sin afectar la salud integral en personas con secuelas de COVID – 19 (Bouchard & Rankinen, 2001; Franco et al., 2016; Oronsky et al., 2021). Por último, este estudio identifica que la intensidad y el volumen de entrenamiento en sujetos con secuelas de COVID -19 deben ser progresivos semanalmente o de acuerdo a la capacidad del sujeto de querer y poder trabajar a una mayor intensidad o volumen de trabajo (Borresen & Ian Lambert, 2009; Deschenes, 2019; Mikkola et al., 2012).

Una de las mayores dificultades presentadas durante el proceso de realizar ejercicio físico, puntualmente al inicio del programa de entrenamiento, fue la fatiga muscular principalmente en el ejercicio de sentadilla, generando debilidad y cansancio muscular durante la realización de este, lo cual conllevó a considerar este ejercicio a realizar de manera progresiva y pausada, (Izquierdo Gabarren, Mikel Cadore & Casas Herrero, 2014; Postigo-Martin et al., 2021)

CONCLUSIONES

De acuerdo con el estudio de caso realizado, se puede concluir que el ejercicio físico sistemático, a partir del entrenamiento concurrente como método de entrenamiento, es conveniente aplicarlo en procesos de acondicionamiento físico para la mejora de la condición física en personas después de haber padecido COVID – 19. Si bien, la condición física en fuerza y resistencia no se estableció de igual forma a los niveles antes que padeciera COVID – 19, se puede determinar que el entrenamiento concurrente de manera sistemática permitió restablecer la capacidad operativa y funcional en un lapso de 8 a 10 semanas. Probablemente otros procesos tomen más tiempo, dependerán del caso y el tiempo de hospitalización, de gravedad y secuelas generadas por el COVID – 19. Para este estudio, aunque no fue de hospitalización, las secuelas dejadas por esta enfermedad fueron críticas para el proceso de recuperación de la condición física.

Se recomienda iniciar los procesos de entrenamiento en personas con secuelas de COVID – 19 con actividades que permitan realizar adecuadamente la marcha y el equilibrio; además, sugiere llevar progresivamente el entrenamiento físico que permita tolerar la función muscular y cardiorrespiratoria adecuada en cada una de las actividades cotidianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayala, F., & Lopez-valenciano, A. (2019). Efectos de un programa de ejercicio físico concurrente y de corta duración sobre los principales síntomas, autoconcepto, calidad de vida y condición física en pacientes con fibromialgia: un estudio de casos. *Revista Española De Educación Física Y Deportes* -Reefd, March. <https://www.reefd.es/index.php/reefd/article/view/724/620>
- Balady, G. J., Ades, P. A., Comoss, P., Limacher, M., Pina, I. L., Southard, D., Williams, M. A., & Bazzarre, T. (2000). Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: A statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation*, 102(9), 1069–1073. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.102.9.1069>
- Baquero Cadena, S. M., Zurita Pinto, D. A., & Potosí Moya, V. J. (2020). Secuelas Musculoesqueléticas En Pacientes Con Aislamiento Domiciliario Post Covid-19. Una Mirada Desde La Fisioterapia (Musculoskeletal Sequelae in Symptomatic Patients Post-Covid-19. a Look From Physiotherapy) *Investiga. La U Investiga*, 7(2), 79–87.
- Barker-Davies, R. M., O'Sullivan, O., Senaratne, K. P. P., Baker, P., Cranley, M., Dharm-Datta, S., Ellis, H., Goodall, D., Gough, M., Lewis, S., Norman, J., Papadopoulou, T., Roscoe, D., Sherwood, D., Turner, P., Walker, T., Mistlin, A., Phillip, R., Nicol, A. M., ... Bahadur, S. (2020a). The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *British Journal of Sports Medicine*, 54(16), 949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
- Barker-Davies, R. M., O'Sullivan, O., Senaratne, K. P. P., Baker, P., Cranley, M., Dharm-Datta, S., Ellis, H., Goodall, D., Gough, M., Lewis, S., Norman, J., Papadopoulou, T., Roscoe, D., Sherwood, D., Turner, P., Walker, T., Mistlin, A., Phillip, R., Nicol, A. M., ... Bahadur, S. (2020b). The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *British Journal of Sports Medicine*, 54(16), 949–959. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102596>
- Borresen, J., & Ian Lambert, M. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795. <https://doi.org/10.2165/11317780-000000000-00000>



- Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 SUPPL.), 446–451. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00013>
- Brosseau, L., Wells, G. A., Tugwell, P., Egan, M., Wilson, K. G., Dubouloz, C. J., Casimiro, L., Robinson, V. A., McGowan, J., Busch, A., Poitras, S., Moldofsky, H., Harth, M., Finestone, H. M., Nielson, W., Haines-Wangda, A., Russell-Doreleyers, M., Lambert, K., Marshall, A. D., & Veilleux, L. (2008). Ottawa panel evidence-based clinical practice guidelines for aerobic fitness exercises in the management of fibromyalgia: Part 1. *Physical Therapy*, 88(7), 857–871. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070200>
- Busch, A. J., Schachter, C. L., Overend, T. J., Peloso, P. M., & Barber, K. A. R. (2008). Exercise for fibromyalgia: A systematic review. *Journal of Rheumatology*, 35(6), 1130–1144.
- Campos, F., González-Víllora, S., González-Gómez, D., & Martins, F. M. L. (2019). Benefits of 8-week fitness programs in health and fitness parameters. *Retos*, 2041(35), 224–228.
- Chaabene, H., Lesinski, M., Behm, D. G., & Granacher, U. (2020). Performance - and health-related benefits of youth resistance training. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 36(3), 231–240. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2020.05.001>
- Cintra Cala, O., & Balboa Navarro, Y. (2011). La actividad física: un aporte para la salud. *Lecturas: Educación y Deportes, Revista Digital*, 16(159), 3–11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4684607>
- Costa, A. M., Gil, M. H., Sousa, A. C., Ensinas, V., Espada, M. C., & Pereira, A. (2016). Effects of concurrent strength and endurance training sequence order on physical fitness performance in adolescent students. *Journal of Physical Education and Sport*, 16(4), 1202–1206. <https://doi.org/10.7752/jpes.2016.04191>
- Crespo-Salgado, J. J., Delgado-Martín, J. L., Blanco-Iglesias, O., & Aldecoa-Landesa, S. (2015). Basic guidelines for detecting sedentarism and recommendations for physical activity in primary care. *Atencion Primaria*, 47(3), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2014.09.004>
- Davies, D. S. C., Atherton, F., McBride, M., & Calderwood, C. (2019). UK Chief Medical Officers' Physical Activity Guidelines. Department of Health and Social Care, September, 1–65. <https://www.gov.uk/government/publications/physical-activity-guidelines-uk-chief-medical-officers-report>
- Deschenes, M. R. (2019). Adaptations of the neuromuscular junction to exercise training. *Current Opinion in Physiology*, 10, 10–16. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.02.004>
- Eliecer, P.-R. J., Sharon, W.-S. S., Ximena, V.-B., Otilio, L.-F., & Camilo, Q.-G. J. (2020). Fisioterapia Y Su Reto Frente Al Covid-19 Physiotherapy and Its Challenge Against Covid-19. Grupo de Investigación Aletheia, 1–14. <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/157>
- Ellingsgaard, H., Hojman, P., & Pedersen, B. K. (2019). Exercise and health — emerging roles of IL-6. *Current Opinion in Physiology*, 10, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.03.009>
- F, E., Murcia, U. De, F, M. D. E., Señora, C. P. N., Molina, D. F. De, & Profesor, D. S. (2016). Influencia de un programa de ejercicio físico en la condición física en sujetos de 26 a 47 años con algún factor de riesgo cardiovascular. Marcos Meseguer Zafra Eliseo García Cantó Pedro Luís Rodríguez García. *Revista Digital De Educacion Fisica*, 7(38), 27–40.
- Farias, M. C. de, Borba-Pinheiro, C. J., Oliveira, M. A., & Vale, R. G. de S. (2014). Efectos de un programa de entrenamiento. *Revista Ciencias de La Actividad Física*, 15(2), 13–24. <https://revistacaf.com/ojs/index.php/RCAF/article/view/30/30>
- Franco, L., Rubio, F. J., Valero, F. A., & Oyón, P. (2016). Efectividad de un programa de ejercicio físico individualizado no supervisado, de cuatro meses de duración, sobre la tolerancia al esfuerzo, percepción de fatiga y variables antropométricas en pacientes sedentarios con factores de riesgo cardiovascular. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 33(5), 325–330.
- García Gómez, A., Argota Robles, A. F., Galindo Murgas, K., Caballero Ramos, J., Rodriguez Arrieta, H. D., & Zafra Florez, A. F. (2021). Rehabilitación multidisciplinaria y multiorgánica del paciente post COVID-19. *Scientific and Educational Medical Journal*, 2(1 SE-), 185–205. <https://www.medicaljournal.com.co/index.php/mj/article/view/40>

- Gibala, M. J., Bostad, W., & McCarthy, D. G. (2019). Physiological adaptations to interval training to promote endurance. *Current Opinion in Physiology*, 10, 180–184. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.05.013>
- Hernández López, M., Puentes Gutiérrez, A. B., & Díaz Jiménez, M. (2022). Concurrent aerobic and strength training program in post-COVID adult patients. *Medicina Clínica*, 158(11), 564–565. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2021.12.005>
- Hernando, J. E. C. (2021). Seguimiento de los pacientes con secuelas no respiratorias de la COVID-19. *FMC Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 28(2), 81–89. <https://doi.org/10.1016/j.fmc.2020.11.004>
- Izquierdo Gabarren, Mikel Cadore, E. ., & Casas Herrero, A. (2014). Ejercicio Físico en el Anciano Frágil: Una Manera Eficaz de Prevenir la Dependencia. *Kronos*, 13(1), 1–14.
- Javier, M., Rodríguez, P., Pierr, J., Fautoque, O., Esteban, M., Santisteban, R., & Martínez, F. A. (2019). Efectos De Un Programa De Entrenamiento Concurrente Sobre El Perfil Antropométrico Y La Fuerza Muscular En Un Grupo De Jóvenes Universitarios. *Actividad Física y Deporte*, 14–31.
- Jiménez Chaves, V. E. (2012). El estudio de caso y su implementación en la investigación. *Revista Internacional de Investigación En Ciencias Sociales*, 8(1), 141–150. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3999526>
- Juárez-Belaúnde, A., Colomer Font, C., Laxe, S., Ríos-Lago, M., & Ferri Campos, J. (2020). The future of neurorehabilitation after the SARS-CoV-2 pandemic. *Neurología*, 35(6), 410–411. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2020.06.003>
- Kaminsky, L. A., Brubaker, P. H., Guazzi, M., Lavie, C. J., Montoye, A. H. K., Sanderson, B. K., & Savage, P. D. (2016). Assessing physical activity as a core component in cardiac rehabilitation: A position statement of the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 36(4), 217–226. <https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000191>
- Kesaniemi, Y. A., Danforth E., J., Jensen, M. D., Kopelman, P. G., Lefebvre, P., & Reeder, B. A. (2001). Dose-response issues concerning physical activity and health: An evidence-based symposium. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6 SUPPL.). <https://doi.org/10.1097/00005768-200106001-00003>
- León, H., Melo, C., & Ramírez, J. (2012). Role of the myokines production through the exercise. *Journal of Sport and Health Research*, 4(2), 157–166.
- Lino L, Muñoz S, Masterrano M, V. G. (2020). Secuelas que enfrentan los pacientes que superan el COVID 19. 3(1), 1–10. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.153-162](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.153-162)
- Mantilla Toloza, S. C., & Gómez-Conesa, A. (2007). El Cuestionario Internacional de Actividad Física. Un instrumento adecuado en el seguimiento de la actividad física poblacional. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesioterapia*, 10(1), 48–52. [https://doi.org/10.1016/S1138-6045\(07\)73665-1](https://doi.org/10.1016/S1138-6045(07)73665-1)
- Martínez-Cabrera, F. I., & Martín-Barrero, A. (2021). La percepción subjetiva del esfuerzo como herramienta de monitorización en fútbol profesional. *Revista Iberoamericana de Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 10(1), 37–48. <https://doi.org/10.24310/riccafd.2021.v10i1.11164>
- Mikkola, J., Rusko, H., Izquierdo, M., Gorostiaga, E. M., & Häkkinen, K. (2012). Neuromuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and endurance training in untrained men. *International Journal of Sports Medicine*, 33(9), 702–710. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1295475>
- Mora, R. M. S., Oliver, A. J. S., Carmona, W. S., & Jurado, J. A. G. (2020). Effect of a physical exercise program on physical fitness and visceral fat in people with obesity. *Retos*, 2041(39), 723–730. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.78997>
- Murlasits, Z., Kneffel, Z., & Thalib, L. (2018). The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1212–1219. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1364405>
- Oronsky, B., Larson, C., Hammond, T. C., Oronskey, A., & Kesari, S. (2021). Una revisión del síndrome post-COVID persistente (PPCS).
- Postigo-Martin, P., Cantarero-Villanueva, I., Lista-Paz, A., Castro-Martín, E., Arroyo-Morales, M., & Seco-Cal-



- vo, J. (2021). A COVID-19 Rehabilitation Prospective Surveillance Model for Use by Physiotherapists. *Journal of Clinical Medicine*, 10(8), 1691. <https://doi.org/10.3390/jcm10081691>
- Poveda Calderón, J. L., Rodríguez Murillo, G. A., Ruíz Castellanos, E. J., & Sánchez Rojas, I. A. (2021). Recomendaciones para la realización de ejercicio físico en población con diagnóstico post-COVID-19. *Revista Perú Ciencia de Actividad Física y Deporte*, 8(Supl 1), 1–15. <https://rpcafd.com/index.php/rpcafd/article/view/183/228>
- Prieto-González, P., & Sedlacek, J. (2022). Effects of Running-Specific Strength Training, Endurance Training, and Concurrent Training on Recreational Endurance Athletes' Performance and Selected Anthropometric Parameters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710773>
- Robineau, J., Babault, N., Piscione, J., Lacombe, M., & Bigard, A. X. (2016). Specific training effects of concurrent aerobic and strength exercises depend on recovery duration. In *Journal of Strength and Conditioning Research* (Vol. 30, Issue 3). <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000798>
- Robles Saucedo, V., & Frech López, E. (2020). Rehabilitación en tiempos de COVID-19: panorama de algunas estrategias básicas. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 32(1–2), 25–29. <https://doi.org/10.35366/98516>
- Rosales, C. K., Erazo, P. V., Valderrama, J. F., González, J. B., Terneus, D. H., Stagno, R. U., Sarquis, F. J., Reyes, A. S., Miranda, F. V., Plaza, R. S., & Contreiras, L. V. (2020). Sport COVID-19 orientations: Recommendations for return to physical activity and sports in children and adolescents. *Revista Chilena de Pediatría*, 91(7), 1–16. <https://doi.org/10.32641/rchped.vi91i7.2782>
- Salman, D., Vishnubala, D., Le Feuvre, P., Beaney, T., Korgaonkar, J., Majeed, A., & McGregor, A. H. (2021). Returning to physical activity after covid-19. *The BMJ*, 372, 1–6. <https://doi.org/10.1136/bmj.m4721>
- Simpson, R., & Robinson, L. (2020). Rehabilitation after critical illness in people with COVID-19 infection. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(6), 470–474. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001443>
- Succi, P. J., Dinyer, T. K., Byrd, M. T., & Bergstrom, H. C. (2020). Comparisons of the metabolic intensities at heart rate, gas exchange, and ventilatory thresholds. *International Journal of Exercise Science*, 13(2), 455–469.
- Welch, C., Greig, C., Masud, T., Wilson, D., & Jackson, T. A. (2020). COVID-19 and acute sarcopenia. *Aging and Disease*, 11(6), 1345–1351. <https://doi.org/10.14336/AD.2020.1014>
- Zamarripa Rivera, J. I., Ruiz Juan, F., López Walle, J. M., & Fernández Baños, R. (2014). Frecuencia, duración, intensidad y niveles de actividad física durante el tiempo libre en la población adulta de Monterrey (Nuevo León, México). *Espiral. Cuadernos Del Profesorado*, 7(14), 3–12. <https://doi.org/10.25115/ecp.v7i14.966>
- Zeng, N., Zhao, Y. M., Yan, W., Li, C., Lu, Q. D., Liu, L., Ni, S. Y., Mei, H., Yuan, K., Shi, L., Li, P., Fan, T. T., Yuan, J. L., Vitiello, M. V., Kosten, T., Kondratiuk, A. L., Sun, H. Q., Tang, X. D., Liu, M. Y., ... Lu, L. (2023). A systematic review and meta-analysis of long term physical and mental sequelae of COVID-19 pandemic: call for research priority and action. *Molecular Psychiatry*, 28(1), 423–433. <https://doi.org/10.1038/s41380-022-01614-7>

NOTAS

¹Licenciado en Educación Física, Recreación y Deportes, Universidad del Tolima 2004. Especialista en Bio-metodología del entrenamiento deportivo UDCA 2006. Magister en Ciencias del Deporte. Correo: licfelipevelandia@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3620-2347>

Reflexión





AMBIENTES SIMULADOS PARA FORMACIÓN EN SALUD: MEMORIA DE UNA EXPERIENCIA PEDAGÓGICA.

SIMULATED ENVIRONMENTS FOR HEALTH EDUCATION: REPORT OF A PEDAGOGICAL EXPERIENCE.

Martha Patricia Ramos Velásquez¹
María Esperanza Flórez Rico²

RESUMEN

La simulación en salud es utilizada como una estrategia en la formación que permite apropiar conocimientos de manera práctica a través del uso de herramientas físicas, digitales e interactivas. Su finalidad está dada desde la prevención de consecuencias de una inadecuada ejecución en procesos realizados directamente en pacientes, tales como toma de signos vitales, asistencia en la alimentación, venopunción (canalización, toma de exámenes de laboratorio), alistamiento del material en el trabajo de parto, cuidado del paciente, adaptación neonatal, atención al usuario, gestión de calidad. El objetivo de este artículo es presentar la memoria sobre una experiencia pedagógica que ofrece la simulación como estrategia pedagógica para la formación de personal en el sector salud de acuerdo a una experiencia vivida dentro del Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS). **Metodología:** se realizó una revisión la literatura científica relacionada con la formación mediante el uso de ambientes simulados. Se tomaron como referentes las bases de datos como Scielo, Pubmed, Scopus, Google académico. **Problema:** ¿Cómo integrar la simulación en las estrategias pedagógicas para la formación del personal en salud en el CFTHS? **Conclusión:** la simulación es un elemento esencial en el desempeño de los aprendices, que permite fortalecer el desarrollo de las competencias, definidas como saber hacer en contexto, desde la propuesta humanística del saber, saber-hacer y ser. Se plantea que las habilidades técnicas y habilidades blandas, se potencian mediante la práctica en escenarios que incluyen la simulación.

Palabras clave:

Simulación en salud, Aprendizaje simulado, Simulación como estrategia, Simulación de paciente, Entrenamiento Simulado.

ABSTRACT

Health simulation is used as a training strategy that allows the appropriation of knowledge in a practical way through the use of physical, digital and interactive tools. Its purpose is given by the prevention of consequences of inadequate execution in processes carried out directly on patients, such as taking vital signs, assistance with feeding, venipuncture (cannulation, taking laboratory tests), preparation of material in the work of childbirth, patient care, neonatal adaptation, user service, quality management. The objective of this article is to present the report on a pedagogical experience that offers simulation as a pedagogical strategy for the training of personnel in the health sector according to an experience lived within the Center for the Training of Human Talent in Health (CFTHS). **Methodology:** a review of the scientific literature related to training was carried out through the use of simulated environments. Databases such as Scielo, Pubmed, Scopus, and Google Scholar were taken as references. **Problem:** How to integrate simulation into pedagogical strategies for training health personnel at CFTHS? **Conclusion:** simulation is an essential element in the performance of learners, which allows strengthening the development of competencies, defined as knowing how to do in context, from the humanistic proposal of knowledge, know-how and being. It is proposed that technical skills and soft skills are enhanced through practice in scenarios that include simulation.

Key words:

Simulation in health, Simulated learning, Simulation as a strategy, Patient simulation, Simulated training.



INTRODUCCIÓN

La discusión sobre el tema, de la forma en la cual se aborda la enseñanza del conocimiento ha tenido una evolución significativa a lo largo del tiempo, sin embargo, ha prevalecido la relación entre teoría y práctica. El abordaje que se da desde la conceptualización de la ciencia y la forma como se proyecta a los estudiantes implica una necesidad primordial con relación a: a) cómo acercar el lenguaje científico para que sea adquirido por ellos y b) a cómo lograr llevarlo a la vida real, aplicándolo en situaciones concretas.

De allí el modelo pedagógico del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), plantea la estrategia de formación por proyectos y el desarrollo de competencias como camino para alcanzar la Formación Profesional Integral (FPI), la cual se refiere al proceso en el que se integra la teoría y la práctica, que permite desarrollar conocimientos técnicos, tecnológicos y habilidades propias desde el rol del egresado. Así, mismo está orientada a fomentar actitudes basadas en los valores y la integridad del ser humano. Para lograr este propósito, el presente artículo muestra algunos de los beneficios que ofrece la simulación como estrategia pedagógica para la formación de personal en el sector salud.

Los simuladores como estrategia de aprendizaje a través de la historia

La simulación ha sido utilizada desde los inicios de la enseñanza en enfermería, un ejemplo es en la práctica de punción intramuscular practicada en una naranja, también en juegos de roles entre los estudiantes. Por ejemplo, resulta de gran interés recordar que la matrona parisina Madame du Coudray (1.715-1.794), quien tuvo numerosas discípulas a su cargo, instruyó mediante simuladores de trapo a las mujeres campesinas en el oficio del parto. Sin embargo, con el avance de la tecnología se ha ido perfeccionando a partir de la inclusión del mundo virtual tridimensional 3 D y el simulador de pacientes humanos entre otros. En este sentido, y según Urra Medina, E., Sandoval Barrientos, S., & Iribarren Navarro, F. (2017) (pag.120.) en la historia en la simulación se suele identificar cuatro momentos claves, que sirven de referente para su inclusión en procesos formativos:

a) El primer momento, inicia en 1929 cuando, el piloto noruego Edwin Link (1904 – 1981), considerado como el padre de la simulación, inventó «El simulador de vuelo» al que llamo Blue Box. Este fue patentado y tiene un gran valor educacional, debido a que detiene la gran pérdida de pilotos durante el entrenamiento de la segunda gue-

rra mundial ganando así el reconocimiento y apoyo de las autoridades militares de EE.UU. por lo que se convirtió en formador de pilotos. En 1930, creó su propio instituto de vuelo Link Flying School, posteriormente, en 1950 nacen los computadores análogos lo que incrementa complejidad y realismo de los simuladores de vuelo.

Dichas innovaciones en simulaciones de vuelo se fueron implementando en el área médica partiendo de lo más sencillo a lo más complejo, desarrollando habilidades y destrezas que pueden ser aplicadas en distintos escenarios ya sea en el aeropuerto o en la clínica. En los años 1900s, se observan los avances en salud y, por tanto, se perfecciona la práctica con simuladores desarrollando competencias en los dominios de conocimiento, habilidades y actitudes, las que se transforman en saber, saber hacer y saber ser. Posteriormente, con la incursión de la robótica en 1911, se crea la Señora Chase, la cual fue utilizada por las enfermeras para simular vestir al paciente, voltearlo o trasladarlo. En 1914 se creó a Arabella, a quien se le podían aplicar inyecciones, luego, en 1940 se crea la versión masculina para recibir atención médica.

b) El segundo momento, se inicia en 1960 con la creación de Rescue Annie, el cual es el origen de varios maniqués que se utilizan actualmente para entrenar en las técnicas de respiración boca a boca, incluyendo ruidos cardíacos y respiratorios. Después, las universidades de Stanford y Florida desarrollaron los simuladores llamados Part Task trainers (muñecos entrenadores por partes), con los cuales se realizaban procedimientos como cateterismo vesical, tacto rectal y venopunción, entre otros.

c) En el tercer momento, se incorporan algunos sistemas basados en computación gracias a los avances tecnológicos, con la posibilidad de realizar procesos más complejos como anestesia y parto completo y sus posibles complicaciones, lo que permite registrar más detalladamente la actuación de cada estudiante.

d) Cuarto momento, marcado por la globalización actual ofrece una serie de herramientas tecnológicas de alta fidelidad con pacientes estandarizados como los Haptic simulators que manejan software de tercera y cuarta dimensión, incluyendo sensación y percepción táctil, auditiva y visual que emulan la realidad.

La experiencia del Centro de Formación de Talento Humano en Salud

En el contexto actual de la simulación como estrategia pedagógica, el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA

Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS), en cumplimiento de su misión institucional, fortalece los procesos de Formación Profesional Integral desde la fundamentación teoría y la práctica, incluyendo desde el año 2014 el uso de simuladores tales como el Anatome, el cual es una herramienta didáctica que permite el reconocimiento del cuerpo humano con imágenes reales. Hacia el año 2020 se creó el Laboratorio de Co-creación “INNOVALAB” el cual es un ambiente real de aprendizaje donde convergen diferentes instrumentos para la simulación, la implementación de un software interprofesional denominado Droguería Virtual 8k. Adicionalmente, como consecuencia de la emergencia sanitaria provocada por el COVID-19 puso de manifiesto la necesidad de fortalecer el uso de herramientas tecnologías digitales en la formación de aprendices. Desde la experiencia de las autoras del presente escrito, se han evidenciado los beneficios de la simulación como factor facilitador e incluyente en los procesos formativos desde el ingreso a la institución, y en este sentido el aporte social que el SENA hace al promover la adquisición de aprendizajes sobre las nuevas tecnologías que son requeridas para el avance del sector productivo.

Otros aspectos importantes de mencionar en la implementación de simuladores en el CFTHS son las características de los aprendices SENA, dado que en su mayoría pertenecen a población de desplazados, población afro e indígena en condición de vulnerabilidad, víctimas del conflicto armado y población de escasos recursos con situaciones familiares, sociales, económicas y culturales que inciden en su proceso formativo. Adicionalmente, los aprendices en su mayoría no cuentan con las herramientas tecnológicas tales como computador y acceso a internet, indispensables para llevar a cabo el desarrollo de sus competencias, obstaculizando así el desarrollo de habilidades para el trabajo en el área de la salud, por tanto, uno de los principales objetivos del centro es desarrollar en estas poblaciones las competencias y habilidades propias de cada programa a través del uso de simuladores para lograr aprendizajes más significativos en contextos lo más cercanos posible a la realidad.

De acuerdo con ello, el presente artículo pretende dar a conocer el papel protagónico que ha tenido la simulación como estrategia pedagógica en la formación, con lo que se pretende abordar el problema sobre ¿Cómo integrar la simulación en las estrategias pedagógicas para formación del personal en salud en el CFTHS?

A partir de la anterior reflexión, es importante relacionar que los instructores deben estar a la vanguardia de cambios estratégicos en un mundo dinámico, abierto y

cambiante en la innovación de las diferentes maneras de orientar la formación con medios tecnológicos para dar respuesta a los nuevos paradigmas educativos, necesidades sociales y contextuales, fortaleciendo el conocimiento de habilidades de nuestros educandos, para lograr que respondan y se incluyan en el mundo laboral actual de manera eficiente impactando en su calidad de vida. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es presentar la memoria sobre una experiencia pedagógica que ofrece la simulación como estrategia pedagógica para la formación de personal en el sector salud de acuerdo con la experiencia vivida dentro del Centro de Formación de Talento Humano en Salud (CFTHS).

La revisión bibliográfica como técnica para el rastreo bibliográfico

El presente artículo surge del análisis de la literatura científica en bases de datos indexadas como: Scielo, Pubmed, Scopus, Google Académico con los operadores booleanos AND, OR, NOT, “” y () con rango de fechas de búsqueda entre 2014 y 2020. Se incluye de igual manera las narraciones de aprendices e instructores para identificar su percepción en torno a la pertinencia de la simulación en la formación, los cuales muestran las ventajas de su implementación como estrategia pedagógica en los procesos formativos. A partir de lo cual se plantean diferentes postulados, presentación de experiencias desde algunos países, incluyendo a Colombia, para finalizar con el enfoque desarrollado en el CFTHS-Regional Distrito Capital.

A continuación, se hace un acercamiento al concepto desde el cual la simulación utiliza diferentes medios para la reproducción de un entorno a escala real, en el contexto clínico es una estrategia didáctica, que permite el entrenamiento de forma sistemática y fiel a la realidad en el área de la salud y afianza las competencias profesionales de manera segura y sin riesgo. “La simulación permite al estudiante tener la oportunidad de realizar procedimientos clínicos antes de la intervención con personas y garantiza la práctica de estas, sin dejarlas al azar clínico en escenarios de práctica” (Niño Herrera, Et al., 2015, pág. 2).

Así mismo, la simulación requiere de la incorporación de las tecnologías y como lo expresan (Cabero y Ruiz-Palmero, 2018) en su estudio hacen referencia a “Las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO, sobre educación inclusiva como forma de atender las necesidades de aprendizaje”. Dado que actualmente la humanidad tiene a su disposición todas las TIC y sostienen en su investigación: “La cercana incorporación a la formación de tecnologías como la realidad aumentada, los entornos personales de aprendizaje, las analíticas de

aprendizaje, la web semántica, la computación en la nube, el Internet de las cosas o la gamificación” (p. 3).

En este sentido, Agamez, Et. Al., (2009) en su investigación validan la formación argumentando:

La importancia de la educación basada en la web radica en que ofrece oportunidades de aprendizaje interactivo, auténtico y auto dirigidas en programas educativos, promueve la participación a través de prácticas repetitivas, e incentiva la motivación del estudiante; por consiguiente, representan un nuevo método de enseñanza que incluye: análisis, síntesis y evaluación de los conocimientos (p.156).

En concordancia con lo planteado dentro de la implementación de la simulación, por Morales, Ávila, et al. (2019), concluyen que:

La simulación ha ganado mucho espacio y aceptación en la formación médica, especialmente en la clínica. Ha pasado a ser una técnica esencial de aprendizaje en las ciencias de la salud, porque brinda grandes ventajas para el desarrollo de competencias, evidenciadas en la mejora del desempeño de los estudiantes luego de aplicadas (P.45)

De igual manera, Agea, Et al. (2014) participó en el desarrollo de un proyecto junto con varias universidades de España, donde hallaron que “Hubo un aumento de la satisfacción de los estudiantes, ya que mejoró el sistema de evaluación llevando a la institucionalización de esta práctica” (p.2). Así como Alba y Zubillaga (2012) demuestran que la simulación permite la posibilidad de generar inclusión de la diversidad de estudiantes superando las barreras físicas y cognitivas. Finalmente, Almenara y Ruiz-Palmero (2018) identificaron que parte de los resultados obtenidos en la simulación están relacionados con la disminución del estrés en los estudiantes con mayor confianza y tranquilidad al momento de enfrentarse a un contexto real.

A partir de un estudio realizado en Chile, sobre la simulación en educación médica, se identificaron las ventajas sobre su uso en la formación: “Ha demostrado mejorar la adquisición de conocimiento médico, la comunicación y el trabajo en equipo, el desarrollo de ciertas habilidades, disminuir el estrés durante los procedimientos e incluso ha mostrado directa mejoría de ciertos resultados clínicos” (García, Aldás, et. al 2017, p14).

Por su parte la Universidad Central del Ecuador dispone de un destacado centro de simulación médica y robótica, el cual es reconocido como el más extenso y completo

a nivel nacional. Este centro está equipado con diversas salas especializadas para simulaciones de baja, mediana y alta fidelidad, Con la finalidad de aportar al proceso formativo de estudiantes en el ámbito médico, buscando fomentar el desarrollo y consolidación de habilidades en diversas disciplinas, fortaleciendo así el perfil profesional, educando en un contexto que le permita representar una situación real.

De acuerdo con lo expuesto por García, Et. Al. (2017):

“En el área de la salud, consiste en situar a un estudiante en un contexto que imite algún aspecto de la realidad clínica, si a esto unimos el aforismo dicho por Hipócrates, “primun non nocere,” que significa primero no hacer daño, entonces estamos acercándonos a la simulación clínica (Vázquez-Mata & Guillaumet-Lloveras, 2009”

Desde la normatividad colombiana, se puede decir que en la ley 1978 de 2019

“El sector de las TIC y los desarrollos en tecnología de la última década permiten lograr un progreso importante en corto tiempo, siempre que hagamos las reformas necesarias para ubicarnos a la vanguardia y estemos en capacidad de competir con otros países por la inversión que nos conduzca a conectar a toda Colombia.” (Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MINTIC, 2018),

Por tanto, los ambientes de simulación para el aprendizaje contribuyen al cumplimiento de la presente ley permitiendo que los estudiantes sean más competitivos en el mercado laboral.

De otra parte, la Cámara de Comercio de Bogotá (2019) en el documento denominado “Plan de acción para el aceleramiento de la digitalización del sector salud” concluye que:

El sector salud de Colombia está menos desarrollado que otras industrias del país. Tan solo el 13,4% de las empresas del sector salud consideran que cuentan con una estrategia digital. Sólo el 29,8% de las empresas del sector consideran que sus empleados están preparados para desarrollar una estrategia digital avanzada. La transformación digital de las empresas del sector salud no están exentas de riesgos y barreras. Katz, Duarte, & Derly, 2018 (p.4)

Tabla 1.
Aspectos conceptuales para el desarrollo del enfoque del CFTHS.

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Contexto real de aprendizaje.	La simulación permite el desarrollo de prácticas en contextos reales sin la presencia del paciente lo cual reduce la posibilidad de daño sobre un ser sintiente.
Tecnologías adecuadas.	La simulación exige la incorporación de nuevas tecnologías adecuadas al nivel de formación requerido.
Competencias y desempeños.	La introducción de la simulación promueve el aprendizaje desde la autonomía, motivación y desarrollo de habilidades para la evaluación.
Superación de brechas y barreras.	Se logra la superación de brechas basadas en la diversidad en los estilos y ritmos de aprendizaje de los estudiantes, incluyendo el tema de aspectos emocionales como la confianza y tranquilidad en la ejecución de procedimientos de salud, así como también la comunicación y trabajo en equipo.
Adquisición de tecnologías.	El desarrollo de estas habilidades esta referido al adopción e incorporación de las nuevas tecnologías en la formación en salud.
Pensamiento ético.	La adopción de las nuevas tecnologías para la simulación en salud puede permitir el desarrollo de aspectos éticos.

Nota: Elaboración propia.

Esta situación lleva a considerar la necesidad de implementar estrategias de formación frente a la transformación digital con ambientes simulados para el aprendizaje.

Así mismo, Piña-Jiménez, I., & Amador-Aguilar, R. (2015, p.156), consideran que;

Es importante considerar que la creación de escenarios de simulación a partir de los cuales participará activamente el practicante, adecuados al nivel de complejidad que este requiere, debido a sus conocimientos y experiencias de formación previas, así como acordes a los propósitos curriculares, se torna en una competencia central en el docente que emplea estas tecnologías.

A partir de lo expuesto y de manera especial en el sector salud, la implementación de actividades basadas en técnicas de simulación permiten identificar factores de riesgo, enfrentar la resolución de una situación real

y ensayar diversas alternativas, lo que contribuye a mitigar los errores en el ambiente real.

La simulación clínica es una metodología que brinda al estudiante la oportunidad de practicar de manera segura y controlada una situación similar a la que enfrentará en la práctica profesional. En este contexto simulado, el estudiante se involucra en un entorno que imita la realidad, utilizando diversos elementos para abordar y resolver situaciones o casos clínicos.

Dado lo anterior, y de acuerdo con Quiroga, 2018, (p.57) Los niños sienten una gran atracción por los temas de la Robótica como algo inherente a su condición de “Nativos Digitales”, por lo tanto, la educación actual le exige al docente cambiar aquellos viejos esquemas de enseñanza-aprendizaje con los que aprendimos y con los que después hemos enseñado.

Así mismo, la robótica ofrece otras posibilidades didácticas que permiten generar una construcción significativa

de nuevos aprendizajes a partir del análisis y la interacción con los diferentes artefactos, en este sentido Pérez (2006, citado en Ghitis & Alba, 2014, p.146) indica que los ambientes simulados “Ayudan a motivar el proceso de aprendizaje en los diversos niveles de la educación, desde temprana edad, estimulando todas las áreas del desarrollo, especialmente el proceso cognitivo y el proceso del lenguaje, utilizando elementos que despiertan su interés y motivación por aprender”, por tanto, el desarrollo de estrategias basadas en el uso de esta herramienta fortalece las habilidades en los estudiantes.

Finalmente, en el contexto local, el Centro de Servicios de Salud-SENA, perteneciente a la Regional Antioquia, Aguirre y Medina (2019) describen:

La simulación reveló que la tecnología esencial para desarrollar el simulador era la realidad virtual en 3D. Con este enfoque permitiría a la población objetivo (los estudiantes de los programas de Tecnología en Regencia de Farmacia y Técnico en Servicios Farmacéuticos del SENA, Regional Antioquia) interactuar en un entorno simulado de farmacia de manera similar a como lo harían en un lugar real de prácticas. (p.4)

Con el uso de la realidad virtual y la simulación se realizan prácticas desde la implementación de acciones que debe realizar el aprendiz en los procesos de almacenamiento, recepción, selección y adquisición, dando como resultado mayor desempeño de los aprendices desde el componente práctico, resaltando sus habilidades en la resolución de problemas reales del sector productivo. En síntesis, los autores Salas Perea y Ardanza Zulueta (1995), Mason y Rennie (2006) y Ruiz-Parra, Angel-Müller y Guevara (2009) consideran que: “Con ello se logra que el alumno reaccione tal y como lo haría en el mundo profesional, fomentando la creatividad y el ahorro de tiempo y dinero, además de propiciar la enseñanza individualizada, y facilitar la autoevaluación” (p.11).

Por estas razones, las prácticas con el simulador adquieren relevancia, ya que ofrecen la oportunidad de evaluar al estudiante y consolidar conocimientos en áreas que puedan presentar dificultades, así mismo facilitando a los instructores desarrollar estrategias innovadoras para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A partir de esta descripción se pueden evidenciar los elementos conceptuales que nos ayudan en la comprensión de los elementos que pueden configurar un enfoque particular para el CFTHS. Tabla 1.

A partir de lo abordado respecto a la importancia de la simulación, el CFTHS utiliza esta estrategia pedagógica, la cual, desde nuestra experiencia, ha evidenciado que dichos resultados, coinciden con lo que se ha percibido en los aprendices a través de la observación de su desempeño, así como en diálogo directo con ellos quienes comparten algunas de sus vivencias.

2. Ventajas de la simulación como estrategia educativa

La simulación como estrategia educativa consiste en ubicar a un educando en un contexto que imite aspectos de la realidad en un ambiente en el que deberá enfrentar resolver situaciones problemáticas, el doctor Gaba (2004) sostiene que: “Es una técnica para remplazar o amplificar una experiencia real que está a menudo inmersa en lo natural, y que su práctica simulada evoca o replica, sustancialmente, aspectos de ese mundo real, en una forma interactiva total”, (p.5), es así como la estrategia permite la valoración de juicios, el análisis de las decisiones tomadas, el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, sin poner en riesgo la seguridad del paciente, otros beneficios que ofrece la simulación es que se puede usar para enseñar y se puede repetir para demostrar varias técnicas, también permite que el estudiante cometa errores que en el campo clínico requerirían intervención inmediata por parte del supervisor, así mismo, la simulación facilita la grabación, reproducción, crítica y retroalimentación del desempeño.

La selección de los métodos de enseñanza depende de las condiciones y exigencias del contenido a abordar, es así como la simulación en el área de la salud es una estrategia que rompe con las acciones tradicionales rígidas y planas, a su vez dinamiza el proceso pedagógico generando en los estudiantes mayor sentido crítico, confianza en sí mismos a la hora de tomar decisiones en relación, generando momentos de análisis y reflexión sobre las decisiones tomadas, mitigando los eventos adversos y estimulando la actividad motivadora, preparándolos para que su desempeño en el mundo de la vida y del trabajo sea óptimo.

Adicional a las ventajas mencionadas, es importante resaltar que a través de la simulación el educando demuestra lo aprendido y tiene la oportunidad de transferir su conocimiento en un ambiente que permita evidenciar cuál sería su reacción frente a determinada situación, enfrentarse a los resultados de sus decisiones, aplicar lo aprendido y autoevaluarse.

Por último, esta estrategia ofrece beneficios al docente en su labor, tales como: reproducir su experiencia, crear ejercicios didácticos y de evaluación que correspondan a

las situaciones que un estudiante enfrentará en la realidad laboral; establecer con exactitud la actividad concreta que ha de apropiarse el estudiante y qué debe demostrar que sabe hacer; así como establecer los criterios evaluativos. Pese a las ventajas que ofrece esta metodología, se encuentran algunos aspectos para tener en cuenta y que se convierten en limitantes, a juicio de algunos actores, la simulación imita, sin embargo, no reproduce exactamente la vida, se debe ser muy cauteloso al predecir frente a una situación simulada para evitar errores en la vida real y, por último, esta no es la única herramienta para evaluar a un estudiante.

3. La simulación como estrategia de aprendizaje en el cfth: un aporte social y laboral

Como parte de la presente reflexión es pertinente relacionar la experiencia vivenciada en relación con la simulación como estrategia didáctica dentro del CFTHS, en el programa de Técnico en Servicios farmacéuticos y Tecnólogo en Regencia de Farmacia implementando actividades con simuladores como Cloudlabs, herramienta digital que permite la resolución de estudios de caso a través de estrategias STEAM, la cual facilita el desarrollo de ejercicios prácticos que contribuyen a la solución problemática, generando interés y motivación en los aprendices.

Así mismo, desde el programa Atención Integral a la Primera Infancia, durante la Pandemia se crearon jardines virtuales donde las aprendices realizaban actividades lúdicas con los niños de su familia y de las compañeras. Al regresar a la presencialidad se observó que este ejercicio fortaleció notablemente el desarrollo de sus habilidades y destrezas.

Adicionalmente, en la experiencia dentro en los ambientes de formación, se utilizaron diferentes métodos de aprendizaje, para apropiarse conceptos relacionados con la normatividad propia del programa de formación. De esta forma se evidenció que la realización de actividades con simuladores de Cloudlabs permitió a los aprendices el desarrollo de las habilidades prácticas necesarias para desempeñar su labor como Técnicos y Tecnólogos en Regencia de Farmacia.

De igual forma, a continuación, se relatan vivencias de otros instructores y aprendices, tales como la instructora Juana, enfermera jefe y docente del programa técnico en enfermería quien relata que:

“Una aprendiz que se mostraba muy insegura en los procedimientos y al comenzar los procesos entraba en pánico y se bloqueaba; por lo que antes de enfrentar-

la al ambiente hospitalario decidí acompañarla al aula de simulación para que conmigo y los simuladores afianzara la seguridad, al realizar los procedimientos, en este escenario inicialmente continuaba sin poder hacerlo, pero en la segunda oportunidad llevándole la mano fue tomando confianza hasta lograr hacer varios procedimientos entre los cuáles: toma de signos vitales, toma de muestras de laboratorio, canalización de venas frente a mí, después frente al grupo y por último en el campo de práctica en la rotación de administración de medicamentos donde se desempeñó bien” (Juana, Comunicación personal, 2022).

Esta experiencia ratifica que como lo plantea el modelo de Miller (1990) “El estudiante desempeña un rol durante el proceso clínico, con acompañamiento del docente y sin dejar de lado métodos sistemáticos u organizados que facilitan el logro de competencias” (p.2). De esta forma, al hacer uso de los espacios académicos de simulación, nos damos cuenta de que la aprendiz alcanza los resultados de aprendizaje propuestos a pesar de las falencias identificadas por el instructor en el inicio de su práctica.

Por su parte, la instructora Helen, enfermera jefa del mismo programa, manifiesta que vivió una experiencia exitosa:

“Hace algunos años, una aprendiz mostraba mucho el gusto por el programa, pero era extremadamente nerviosa, al punto que exponer le generaba ansiedad, sudaba, temblaba, se angustiaba pensando en el futuro laboral creyó que tal vez eso no era lo suyo, al iniciar la práctica en el aula de simulación durante el desarrollo de un taller donde se realizaba la desinfección de la unidad, no había ninguna dificultad, pero cuando debía hacer un procedimiento con el usuario como canalizar, hacer una venopunción, se ponía extremadamente nerviosa, fuertemente, lo que le hizo pensar que le iba a hacer daño a los pacientes; en el aula de simulación tuvo la oportunidad de asistir a varias sesiones, al inicio en la práctica le fue muy difícil, luego se sintió mucho mejor, finalmente realizó su etapa productiva en el Hospital, terminó su carrera de pregrado y la institución la contrató como enfermera de oncología, el área más difícil para actividades motrices finas, que era lo que más le costaba a ella” (Helen, Comunicación personal, 2022).

El relato es concordante con el postulado de Amaya Afanador (2012, p.7) “Los escenarios de simulación son el eje de aprendizaje emocional Si se mantiene al alumno entre los ejes de actividad placentera predominante es factible lograr un aprendizaje significativo y duradero”. La aprendiz

del relato evidencia, según el relato de la instructora, que supero su inseguridad y logro un aprendizaje significativo y duradero que le permitió acceder a una institución que requiere experticia de sus enfermeros.

Por otro lado, desde el programa Atención Integral a la Primera Infancia, a partir de la pandemia se crearon Jardines simulados, liderados por la instructora Yerli quien relata que:

“La aprendiz María presentó un alto grado de timidez desde las sesiones virtuales, el manejo de las herramientas Tics le causaba gran ansiedad y hasta aversión al proceso. Sin embargo, cuando debió realizar las prácticas en el jardín virtual, tuvo un cambio de actitud mostrándose participativa, con tono de voz más seguro, mayor capacidad para relacionarse tanto con los compañeros como con los niños. Una vez se retornó a la presencialidad se enfrentó al reto de trabajar con infantes y profesoras titulares dando excelentes resultados en su desempeño. Al preguntar por las causas del cambio de actitud expresó que las actividades que realizó desde el escenario de jardín simulado le generaron tranquilidad y mejor manejo de sus emociones.” (Yerli, Comunicación personal, 2022)

Como lo sustenta Corvetto, Bravo, et al 2013 (p.4) “Se han observado ventajas como menor estrés y mejor disposición de los alumnos a realizar ciertos procedimientos solos, al ser entrenados antes con simulación y también mejor disposición”. De esta forma la aprendiz del anterior relato evidencia una mejoría en su disposición al realizar ciertos procedimientos de su práctica, lo que la condujo a un reconocimiento de buen desempeño de la instructora.

Desde los relatos de los aprendices también es posible evidenciar los beneficios de la simulación en su aprendizaje y experticia en sus habilidades prácticas como lo veremos en los siguientes relatos. Danesa aprendiz del programa de Técnico en Servicios Farmacéuticos indica que:

“La gran mayoría de conocimientos que obtuvo como practicante, le permitieron interactuar y apropiarse cada uno de los procesos del servicio farmacéutico y realizar las actividades que hacen parte de ellos, como interactuar con una máquina para pasar medicamentos a dosis unitaria, hacer inventarios, recepcionar, dispensar, hacer el pedido de las cantidades promedio que se gastan en un determinado tiempo, reportar medicamentos vencidos, estar en el área de Preparaciones Magistrales, entre otras” (Danesa, Comunicación personal, 2022).

Así mismo, la aprendiz Bertha indica que “Ella reconoce que la mejor forma de aprender es relacionando los conceptos teóricos con la práctica en ambientes reales, dado que aquí se logra profundizar los conocimientos orientados por los instructores y se les encuentra un sentido lógico a estos frente a la práctica” (Bertha, Comunicación personal, 2022). De esta forma, como lo sustenta Morales, Ávila, et al (2019), quienes concluyen que:

La enseñanza basada en las simulaciones permite que el alumno reciba retroalimentación en el momento de la acción, tanto de profesores como de sus pares, y así este puede reflexionar en la práctica, lo cual contribuye a una evaluación formativa de mayor calidad. Además, al proveer un escenario estandarizado, reproducible y objetivo, le da a la evaluación un carácter sumativo (p.10).

En síntesis, se puede afirmar que la implementación de esta metodología permite al estudiante aprender de forma efectiva, al tener la posibilidad de interactuar en un contexto simulado pone en práctica los conocimientos adquiridos en la teoría.



CONCLUSIONES

A partir de la revisión de artículos científicos y de las experiencias de aprendices e instructores se evidencia que la implementación de la simulación como estrategia pedagógica permite la integración de distintas áreas del conocimiento, además, favorece el desarrollo de múltiples habilidades, así como el pensamiento crítico, el reconocimiento de fortalezas y debilidades a partir del análisis de las prácticas realizadas en los escenarios de aprendizaje. La simulación facilita la integración del fundamento teórico con el práctico dentro de ambientes controlados donde el error no tiene afectación directa en la salud del paciente, así mismo, contribuye al desarrollo de competencias desde el saber, saber hacer y ser, propias del modelo pedagógico del SENA.

La implementación de estrategias basadas en la simulación contribuye a que el aprendiz adquiera más seguridad en sí mismo al momento de realizar procedimientos con los simuladores, lo que le permite demostrar posteriormente sus competencias en ambientes laborales reales. En el ambiente de formación se puede evidenciar que el aprendiz adquiere el conocimiento con el uso de diferentes herramientas metodológicas como la simulación, puesto que las formas de aprender son propias de cada uno de ellos, dado que hay quienes aprenden con mayor facilidad desde lo práctico que desde lo teórico: los ritmos y estilos de aprendizaje son diversos, pero se potencian con el uso de los simuladores.

La implementación de prácticas basadas en la simulación en el sector salud, ofrece la posibilidad de perfeccionar el desempeño de los aprendices dado que pueden realizar varias veces el procedimiento, lo que contribuye a la calidad en los resultados, los cuales deben ser muy precisos dado lo sensible de la labor para el ser humano: la posibilidad de repetición y el ejercicio gamificado promueve el perfeccionamiento en los procedimientos.

Desde el componente pedagógico, la simulación como estrategia metodológica ayuda a que el docente prepare las acciones formativas tales como: a) identificación de las necesidades de aprendizaje, b) selección de la temática y las estrategias metodológicas, c) desarrollo de actividades, d) apropiación del conocimiento por parte del aprendiz a través de la transferencia, y e) atención en las necesidades de formación de los aprendices.

El SENA forma a aprendices atendiendo a sus particularidades, en las cuales se ponen de manifiesto diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, para cuyos procesos se fortalece tanto el trabajo colaborativo como el autónomo, lo que promueve la diversidad y adquisición de habilidades requeridas para el sector productivo y social: la utilización de la simulación como estrategia permite el acercamiento y la apropiación del conocimiento desde las realidades de cada aprendiz.

A partir del ejercicio académico realizado, se sugiere a futuros investigadores continuar plasmado las experiencias exitosas de los procesos formativos, dado que posterior con ellos converge el producto del desarrollo de competencias interdisciplinarias.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altamirano-Droguett, J. E. (2019). La simulación clínica: Un aporte para la enseñanza y aprendizaje en el área de obstetricia. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 167-187.
- Agámez Luengas, S., Aldana Bolaño, M., Barreto Arcos, V., & Santana Goenaga, A. (2009). Aplicación de nuevas tecnologías de la información en la enseñanza de la medicina. *Revista Salud Uninorte*, 25(1), 150-171.
- Agea, J. L. D., Costa, C. L., & Méndez, J. A. G. (2014). Metodología de autoaprendizaje en entornos simulados (MAES©). *Evidentia Rev. Enfermería Basada Evid*, 11(8).
- Aguirre, M., & Medina, M. (2019). Farmacia en realidad virtual: Un aporte significativo para el aprendizaje farmacéutico.
- Bustos-Álvarez, J. (2015). Aprendizaje basado en problemas y simulación clínica: aprendiendo por competencias en la educación en salud. *Revista Hispanoamericana de Ciencias de la Salud*, 1(2), 117-120.
- Cabero Almenara, J., & Ruiz Palmero, J. (2017). Las Tecnologías de la Información y Comunicación para la inclusión: reformulando la brecha digital. *Ijeri. International Journal of Educational Research and Innovation*, 9, 16-30.
- Casal Angulo, M. D. C. (2016). La simulación como metodología para el aprendizaje de habilidades no técnicas en Enfermería.
- Chamizo-Guerrero, J. A., & Ríos-López, G. (2017). Diseño y evaluación de una estrategia didáctica para enseñar a preguntar. *Revista científica*, (28), 33-41.
- Corvetto, M., Bravo, M. P., Montaña, R., Utili, F., Escudero, E., Boza, C. & Dagnino, J. (2013). Simulación en educación médica: una sinopsis. *Revista médica de Chile*, 141(1), 70-79.
- De Comercio De Bogotá, C. (2019, 1 diciembre). Plan de acción para el aceleramiento de la digitalización del sector salud. <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/24942>
- Durán, E. B., & Costaguta, R. N. (2008). Experiencia de enseñanza adaptada al estilo de aprendizaje de los estudiantes en un curso de simulación. *Formación universitaria*, 1(1), 19-28.
- Durán Ospina, P., Pinzón, C. V., Yepes Marín, Á. M., Barón Castro, M. M., Martínez, C. E., Duque, W., & Betancourt Torres, C. L. (2013). Simulación clínica: herramientas innovadoras para la educación en salud.
- Ferrándiz, M. L., Ubeda, A., Recio, M. C., Noguera, M. A., Amigó, M., D'Ocón, P., & Ivorra, M. D. (2007). Simulación de dispensación activa de medicamentos como recurso formativo en la docencia de Farmacología y Farmacia Clínica. *Edusfarm, revista d'educació superior en Farmàcia*, (2).
- García, D. R., Aldás, M. E. A., & Vaquero, M. E. A. (2017). Simulación clínica, una herramienta eficaz para el aprendizaje en ciencias de la salud. *Revista Publicando*, 4(13 (2)), 225-243.
- Ghitis, T., & Vásquez, J. A. A. (2014). Los robots llegan a las aulas. *Infancias imágenes*, 13(1), 143-147.
- Guerrero, E. G., Rodríguez, J. J. P., & Roldán, F. J. (2013). Robots cooperativos, Quemes para la educación. *Revista vínculos*, 10(2), 47-62.
- Guerrero, I., & Kalman, J. (2010). La inserción de la tecnología en el aula: estabilidad y procesos instituyentes en la práctica docente. *Revista Brasileira de Educação*, 15, 213-229.
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.
- Ledo, M. J. V., Martínez, R. A., Monteagudo, M. A. R., & Bravo, J. A. M. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 33(4), 37-49.
- Mariscal, G., Jiménez, E., Vivas-Urias, M. D., Redondo-Duarte, S., & Moreno-Pérez, S. (2020). Aprendizaje basado en simulación con realidad virtual. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21, 15-15.
- Mora Vargas, C. E. Educación continuada en un servicio farmacéutico.
- Narváez, R. M. (2014). Análisis usando Simulación Discreta del Área de Dispensación mediante Dosis Unitaria del Servicio de Farmacia Hospitalaria
- Nieves Chacón, A. M., & Rojas Arroyave, D. F. (2019). Aplicación de la simulación Montecarlo dentro un plan de requerimiento de materiales para una empresa del sector farmacéutico
- Niño Herrera, C. A., Vargas Molina, N. G., & Barragán Becerra, J. A. (2015). Fortalecimiento de la simulación clínica como herramienta pedagógica en enfermería: experiencia de internado. *Revista Cuidarte*, 6(1), 970-975.
- Patiño, K. P., Diego, B. C., Rodilla, V. M., & Conde, J. R. (2014). Uso de la Robótica como Herramienta de Aprendizaje en Iberoamérica y España. *IEEE ES*, 2(1), 41-48.
- Paz Saavedra, L. E., & Fierro Marcillo, Y. D. P. (2015). Competencias investigativas en los docentes beneficiados por la estrategia de formación y acceso para la apropiación pedagógica de las TIC. *Tendencias*, 16(1), 175-194

- Piña-Jiménez, I., & Amador-Aguilar, R. (2015). La enseñanza de la enfermería con simuladores, consideraciones teórico-pedagógicas para perfilar un modelo didáctico. *Enfermería universitaria*, 12(3), 152–159. <https://doi.org/10.1016/j.reu.2015.04.007>
- Pizarro Lucas, E., & Cruz-Benito, J. (2012). USALSIM Simulador de Prácticas Externas: diseño y puesta en práctica de un Campus Virtual de Prácticas
- Prieto-Rodríguez, G. A., & Cabrera-Moya, D. R. (2020). Diseño y evaluación de una estrategia lúdica de aprendizaje para enseñar Simulación de Montecarlo. *Revista Espacios*, 41(13), 1-10.
- Reyes, F., Guadrón, L. J. V., & Caldera, E. R. C. (2014). Estrategias creativas para promover el aprendizaje significativo en la práctica docente simulada. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, (75), 55-74.
- Ruiz Hontangas, A., Ferrer Ferrándiz, E., Montejano Lozoya, R., Mármol López, M. I., Guirao-Goris, S. J., & Gea-Caballero, V. (2019). Evaluación de la vídeo-simulación como metodología docente para la entrevista motivacional en estudiantes de enfermería. *Cultura de los cuidados*, (53), 239-252.
- Ruiz, M. A. G., Sáiz, M. S. I., & Gómez, G. R. (2020). Aprender a evaluar mediante juegos de simulación en educación superior: Percepciones y posibilidades de transferencia para los estudiantes. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 13(1), 157-181.
- Sánchez-Urán Azaña, Y., Cordero Álvarez, C. I., Pérez Agulla, S., Iglesias Redondo, J., & Fernández García, A. (2017). La metodología de juicios simulados en un entorno colaborativo de aprendizaje activo.
- Torres Arias, M. Y. (2020). Fortalecimiento en hábitos de estudio en estudiantes con discapacidad intelectual del grado cuarto para disminuir sus dificultades académicas a través de uso de herramientas tecnológicas.
- Urdaneta Montiel, A., Pitre Redondo, R., & Hernández Palma, H. (2018). La gestión del conocimiento a través de la alfabetización digital como estrategia para la transformación educativa en un contexto de paz. *Saber, Ciencia y Libertas*, 13(1).
- Urra Medina, E., Sandoval Barrientos, S., & Iribarren Navarro, F. (2017). El desafío y futuro de la simulación como estrategia de enseñanza en enfermería. *Investigación en Educación médica*, 6(22), 119-125.
- Vélez, A. P., Fraile, M. N., & Lacambra, A. M. M. (2018). Competencia digital y alfabetización digital de los adultos (profesorado y familias). *International Journal of New Education*, 1(1).

NOTAS

¹Administrador de Empresas. Correo: mpramos4@misena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4517-3912>.

²Licenciada en Educación Preescolar. Especialista en Pedagogía y docencia universitaria. Correo: mefloresr@sena.edu.co. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2238-3498>

PARÁMETROS DE PUBLICACIÓN EN LA REVISTA DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN - REDIIS

La revista de investigación e innovación en salud (REDIIS) publica de forma semestral documentos científicos en las líneas programáticas de investigación aplicada, innovación y desarrollo tecnológico. Es una publicación abierta a la comunidad académica del SENA, comunidad científica y personas interesadas en divulgar hallazgos fruto de procesos de investigación. Dadas las características de la revista el envío de manuscritos para evaluación y publicación no tiene ningún costo.

Las características principales de la revista son las siguientes:

Naturaleza: Revista científica de divulgación.

Carácter: No lucrativo, de acceso libre.

Registro ISSN // Físico: 2590-7786 Digital: 2619-4228

Público al que se dirige: comunidad científica, académica y demás interesados a nivel regional, nacional o internacional.

Líneas de investigación: Tecnología e Innovación en salud, Promoción de la salud, Educación y pedagogía, Administración hospitalaria.

Nota: Revisar https://talentohumanoensalud.blogspot.com/p/blog-page_82.html

Áreas temáticas: Ciencias Médicas y de la Salud. (Figura 2. Áreas disciplinares Fuente Colciencias 2016)

Alojamiento electrónico de la publicación

Plataforma OJS (open journal system): revistas.Sena.Edu.Co/index.Php/rediis

Generalidades para la publicación de artículos**A. Tipología de artículos:**

La revista REDIIS tiene en cuenta los parámetros propuestos sobre cuatro tipos de artículos que enuncia Colciencias:

1. Artículo Original:

Documento que presenta de manera detallada los resultados originales de un proyecto de investigación terminado. La estructura por lo general utilizada contiene: resumen, abstract, introducción, metodología (materiales y métodos), resultados, discusión, conclusiones y referencias bibliográficas. Esta estructura puede variar de acuerdo con el Comité editorial.

2. Artículo corto:

Documento breve que presenta resultados originales, preliminares o parciales, de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requiere de una pronta difusión.

3. Artículo de revisión:

Documento que surge de una investigación en la que se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones, publicadas o no, sobre un campo en ciencia o tecnología con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos cincuenta referencias.

4. Artículo de reflexión:

Documento que presenta resultados de investigación, desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

B. Convocatoria:

REDIIS abre una convocatoria continua para recibir manuscritos sobre sus áreas y líneas de interés.

C. Periodicidad de la publicación:

Semestral.

D. Estructuración de los artículos:

Los artículos se presentarán en Word con un interlineado 1,5; contendrán entre 2.500 y 6.000 palabras, incluyendo el resumen, referencias y palabras claves. Se presentará en fuente Arial, 12 puntos. Para efectos de citación, referencias bibliográficas y notas de pie de página es necesario hacerlas en formato APA séptima edición. Se debe indicar siempre la fuente de las citas (Nombre y página).

Para el Título se debe utilizar un máximo de 15 palabras, puede ser descriptivo o informativo. Los títulos descriptivos recogen el contenido de la investigación sin ofrecer resultados, mientras que en los informativos se comunica el resultado principal de ese estudio de investigación.

Incluye palabras claves las cuales deben ser tomadas de un tesoro adecuado al área de conocimiento en la que se trabaja, para el área de la salud se sugiere en español usar el DeCS y en inglés el MeSH; en el caso de educación o ciencias sociales se puede usar UNESCO. Se deben incluir entre tres y diez palabras claves. Para el Resumen se cuenta con una extensión de máximo 250 palabras, que incluye una descripción de: justificación, objetivos, método, resultados y conclusiones, de acuerdo con el tipo. Para el caso de los manuscritos seleccionados la Revista se encargará de la traducción al idioma inglés del resumen y palabras claves.

Incluir la fecha de envío del manuscrito.

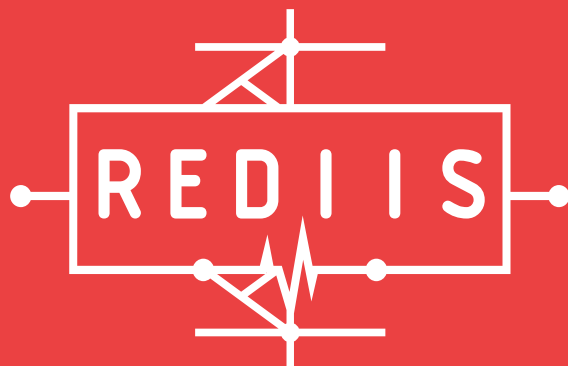
Para la Información de los autores se solicita formato con: Nombre(s) de(l) autor(es), cargo, institución, profesión y último título obtenido con el nombre de la entidad que lo certificó, nacionalidad, número de documento de identidad y correo electrónico. Incluir ORCID (Open Research, and Contributor ID), número telefónico de contacto, dirección para recepción de correspondencia. No incluir en el documento.

Nota: En caso de ser instructor SENA se debe indicar su filiación institucional al grupo al que pertenece, relacionando el nombre del grupo, centro de formación y dirección, por ejemplo: GISS, Centro de Formación de Talento Humano en Salud, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Carrera 6a No. 45 – 42, Bogotá, Colombia.

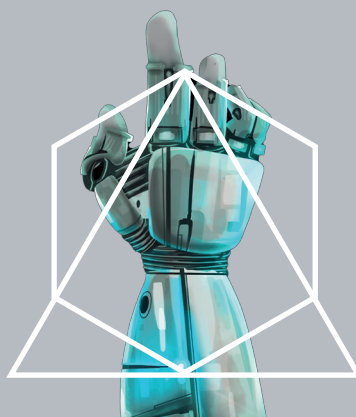
Estructura general de los artículos

Para el desarrollo de los artículos se sugiere la siguiente estructura, aunque puede variar de acuerdo con la naturaleza de la investigación y tipología de artículo relacionada anteriormente:

1. Título
2. Resumen - Palabras clave
3. Abstract - Keywords
4. Introducción o presentación del artículo.
5. Metodología: materiales, métodos, población, muestra, técnica, procedimientos seguidos.
6. Resultados y discusión: para los resultados se indican avances o logros de la investigación, se pueden incluir tablas, gráficos, figuras, ilustraciones que apoyen la argumentación realizada. Para la discusión se aborda el significado de los resultados
7. Conclusiones.
8. Agradecimientos: por ejemplo, instituciones, personas, evaluadores, otros colaboradores. En caso de ser un proyecto dentro del Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación SENNOVA, se debe indicar su naturaleza y el número del proyecto que financió la investigación.
9. Apoyo financiero: indicar si hubo algún tipo de apoyo financiero, técnico, logístico, etc.
10. Referencias bibliográficas
11. Anexos



El contenido y autenticidad de los documentos presentados en la Revista REDIIS es responsabilidad exclusiva de sus autores, por lo tanto las opiniones expresadas no reflejan necesariamente la posición oficial del Centro de Formación de Talento Humano en Salud, ni del SENA. Cualquier error en la edición impresa será corregido en su formato digital.



REDIIS Vol. 7



Centro de Formación
de Talento Humano
en Salud
Regional Distrito Capital

Carrera 6 No. 45-52, Bogotá
Colombia, 2022

SENA comunica



SENA



www.sena.edu.co